This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

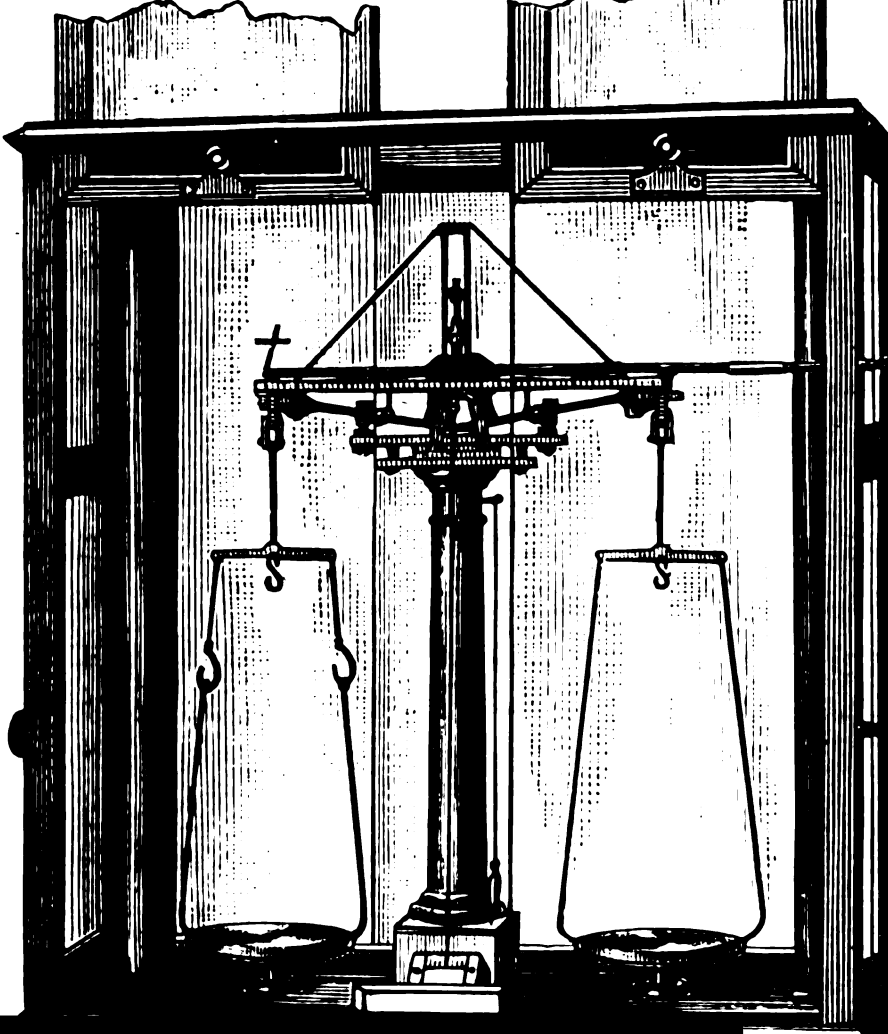
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

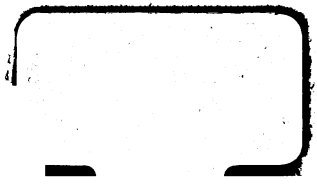
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Die Untersuchung des Zuckers und zuckerhaltiger Stoffe sowie der ...

Ernst Steydn

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

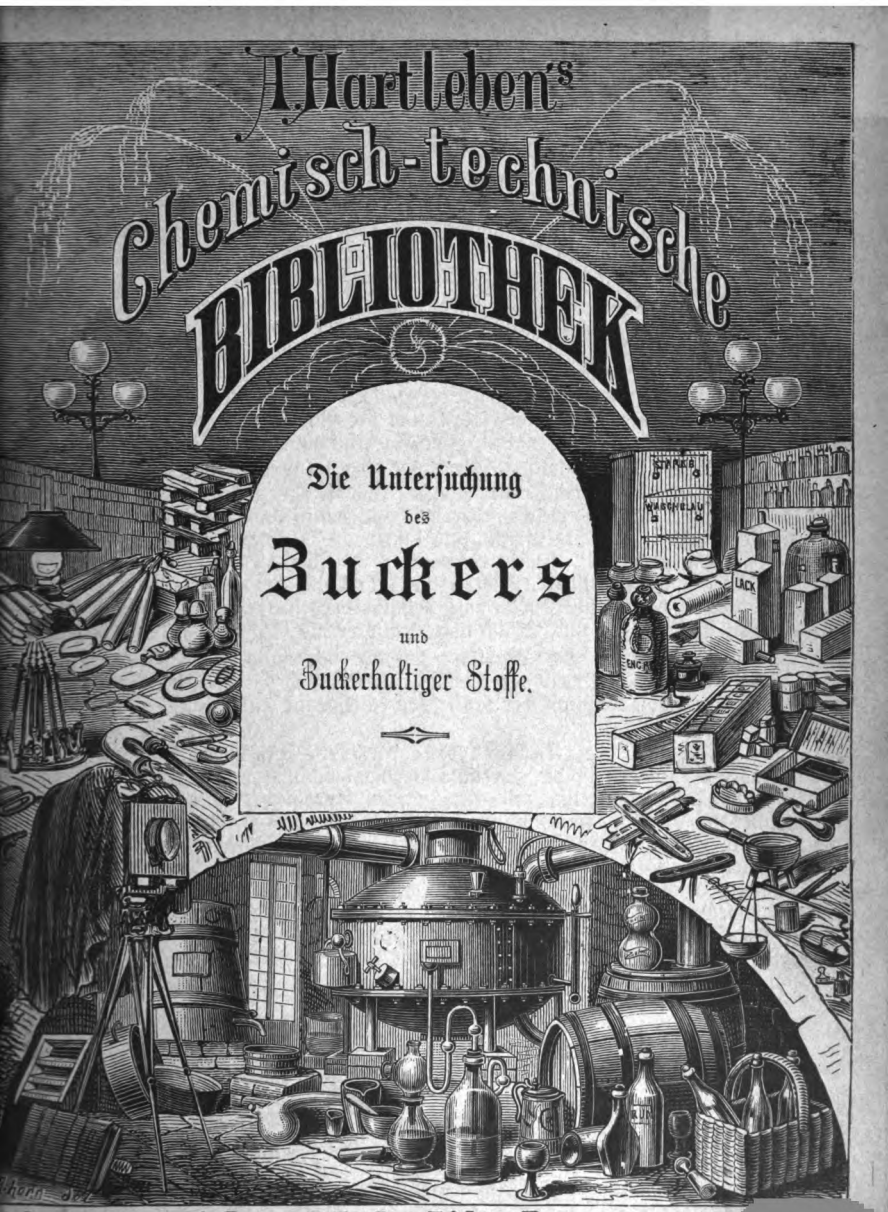
Digitized by Google

Digitized by Google

A. Hartleben's

Chemisch-technische BIBLIOTHEK

Die Untersuchung des Zuckers und Zuckerhaltiger Stoffe.



A. Hartleben's Verlag, Wien, Pest, Leipzig

Digitized by Google

A. Hartleben's

Chemisch-technische Bibliothek.

In zwanglosen Bänden. — Mit vielen Illustrationen. — Jeder Band einzeln zu haben.

Kein Zweig der menschlichen Thätigkeit hat in einer so kurzen Spanne Zeit so bedeutende, wahrhaft riesige Fortschritte gemacht, wie die chemische Wissenschaft und deren Anwendung auf die Gewerbe — die chemische Technologie; jedes Jahr, ja fast jeder Monat bereichert unser Wissen mit neuen, staunenswerthen Erfindungen auf chemisch-industriellem Gebiete.

Die chemischen Gewerbe haben das Eigenthümliche, daß sie ein viel rascheres Umsetzen des Capitals gestatten, als die mechanischen; während es bei diesen oft Monate lang dauert, bis das Object verkaufsfähig wird, verwandelt der Industrielle auf chemischem Wege sein Rohmaterial in wenigen Tagen, oft selbst in wenigen Stunden in fertige Handelswaare. Wir erinnern hier nur an die Seifen-Fabrikation, die Fabrikation der Parfumerien, der Stärke, des Leimes, die Branntweinbrennerei, Essig-Fabrikation, Bierbrauerei u. s. w.

Die chemisch-technische Literatur hat aber im Großen und Ganzen nicht mit den Fortschritten der Technik gleichen Schritt gehalten; wir besitzen zwar treffliche Quellenwerke, welche aber vom allgemein wissenschaftlichen Standpunkte gehalten, dem praktischen Fabrikanten in der Regel nicht das bieten, was für ihn Bedürfniß ist: ein compendiös abgefaßtes Handbuch, in welchem frei von allem überflüssigen Beiwerke die Fabrikation der betreffenden Producte in klarer, leicht faßlicher, wahrhaft populärer Weise dargestellt ist und den neuesten Erfindungen und Erfahrungen entsprechend Rechnung getragen wird.

Die Mehrzahl der chemisch-technischen Specialwerke, welche unsere Literatur besitzt, datirt meist aus älterer Zeit, oder sind von bloßen Theoretikern verfaßt, denen die Kenntniß der **praktischen** Fortschritte auf chemisch-technischem Gebiete mangelt.

Eine neue Zeit fordert neue Bücher. — In Erwägung der vorstehenden Thatsachen ist die gefertigte Verlagshandlung seit einer Reihe von Jahren thätig, im Vereine mit einer großen Anzahl der eminentesten Fachmänner und treu in ihrer Richtung: die Industrie durch Herausgabe wahrhaft populärer technischer Werke zu unterstützen, die **Chemisch-technische Bibliothek** zu einer alle Gebiete der menschlichen Arbeit umfassenden Encyklopädie zu gestalten, in welche nach und nach alle Zweige der chemischen Industrie aufgenommen werden sollen. — Die Bearbeitung jedes Fabrikationszweiges liegt in den Händen solcher Männer, welche durch ihre reichen wissenschaftlichen Erfahrungen, sowie durch ihre bisherigen literarischen Leistungen die sichere Bürgschaft dafür geben, daß ihre Werke das Beste bieten, das auf diesem Gebiete gefordert werden kann.

Daß der von der unterzeichneten Verlagshandlung eingeschlagene Weg der Herausgabe einer chemisch-technischen Bibliothek der richtige sei, wird durch die ausnahmslos höchst günstigen Besprechungen der bisher erschienenen 200 Bände der »Chemisch-technischen Bibliothek« in den verschiedensten technischen und wissenschaftlichen Blättern des In- und Auslandes verbürgt.

Mitarbeiter für unsere »Chemisch-technische Bibliothek« sind uns stets willkommen.

Möge das Unternehmen dem allgemeinen Wohle jenen Nutzen bringen, Schöpfer desselben als erstrebenswerthes Ziel im Auge haben!

---

rtleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's

Chemisch-technische Bibliothek

In zwanglosen Bänden. — Mit vielen Illustrationen. — Jeder Band [illegible]

In eleganten Ganzleinwandbänden, pro Band 45 Kreuz. = [illegible]

I. Band. **Die Ausbrüche, Secte und Südweine.** [illegible] des Weines im Allgemeinen, zur Herstellung aller Gattungen [illegible] italienischer, griechischer, ungarischer, afrikanischer und [illegible] Anhange, enthaltend die Bereitung der Strohweine, [illegible] weine. Auf Grundlage langjähriger Erfahrungen [illegible] Karl Maier. Dritte, sehr vermehrte und verbesserte [illegible] geh. 1 fl. 20 kr. = 2 M. 25 Pf.

II. Band. **Der chemisch-technische Brennereibetrieb.** [illegible] **Spiritus- und Preßhefe-Fabrikation.** Vollständige [illegible] hefe aus Kartoffeln, Kukuruz, Korn, Gerste, Hafer, Hirse, und [illegible] neuesten Erfahrungen auf diesem Gebiete. Auf Grundlage [illegible] faßlich geschildert von Ed. Eidherr (früher von [illegible] beitete Auflage. Mit 37 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. [illegible]

III. Band. **Die Liqueur-Fabrikation.** Vollständige [illegible] von Liqueuren, Crèmes, Huiles, gewöhnlicher Liqueur- [illegible] Rumes, Arracs, Cognacs, der Punsch-Essenzen, der [illegible] sowie der zur Liqueur-Fabrikation verwendeten [illegible] Wässer, Farbstoffe und Früchten-Essenzen. Nebst einer [illegible] Bereitung aller Gattungen von Liqueuren, Butter- [illegible] Arrac, Rum und Cognac. Von August Gabler. [illegible] Mit 15 Abbild. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auf. [illegible]

IV. Band. **Die Parfumerie-Fabrikation** [illegible] Taschentuch-Parfums, Riechsalze, Riechpulver, [illegible] Mundes und der Haare, der Schminken, Haarfärbemittel, [illegible] Präparate, nebst einer ausführlichen Schwefelsäure- [illegible] William Atkinson, Parfumerie-Fabrikant. [illegible] 32 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = [illegible]

V. Band. **Die Seifen-Fabrikation.** [illegible] Anleitung zur Darstellung aller Arten von Seife. [illegible] Rücksichtnahme auf warme und kalte Verfahrungsart. [illegible] Friedrich Wiltner, Seifen-Fabrikant. Mit [illegible] 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

VI. Band. **Die Bierbrauerei und** [illegible] aller in d. verschied. Ländern üblichen Braumethoden. [illegible] fation des Malzextractes und der daraus [illegible] Brauerei-Leiter. Zweite vermehrte u. verb. Aufl. [illegible] 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

VII. Band. **Die Zündwaaren-Fabrikation.** [illegible] Zündterzchen, Cigarren-Zünder und Zündmasse. [illegible] amorphem Phosphor und gänzlich phosphorfreien [illegible] Von Jos. Freitag. Zweite Auflage. [illegible] 1 M. 50 Pf.

VIII. Band. **Die Beleuchtungsstoffe** [illegible] zur Beleuchtung verwendeten Materialien [illegible] Stearins, der Theeröle und des Paraffins, [illegible] Reinigung und praktischen Prüfung in Bezug [illegible] über die Verwerthung der flüssigen Brennstoffe [illegible] im Hause, in Fabriken und öffentlichen [illegible] 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. [illegible]

IX. Band. [illegible] Handbuch [illegible]

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

X. Band. **Die Essigfabrikation.** Eine Darstellung der Essigfabrikation nach den ältesten und neueren Verfahrungsweisen, der Schnell-Essigfabrikation, der Bereitung von Eisessig und reiner Essigsäure aus Holzessig, sowie der Fabrikation des Wein-, Trestern-, Malz-, Biteressigs und der aromatischen Essigsorten, nebst der praktischen Prüfung des Essigs. Von Dr. Josef Bersch. Dritte, erweiterte und verbesserte Aufl. Mit 17 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XI. Band. **Die Feuerwerkerei oder die Fabrikation der Feuerwerkskörper.** Eine Darstellung der gesammten Pyrotechnik, enthaltend die vorzüglichsten Vorschriften zur Anfertigung sämmtlicher Feuerwerksobjecte, als aller Arten von Leuchtfeuern, Sternen, Leuchtkugeln, Raketen, der Luft- und Wasser-Feuerwerke, sowie einen Abriß der für den Feuerwerker wichtigen Grundlehren der Chemie. Von Aug. Eschenbacher. Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 49 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XII. Band. **Die Meerschaum- und Bernsteinwaaren-Fabrikation.** Mit einem Anhange über die Erzeugung hölzerner Pfeifenköpfe. Enthaltend: Die Fabrikation der Pfeifen und Cigarrenspitzen; die Verwerthung der Meerschaum- und Bernstein-Abfälle, Erzeugung von Kunstmeerschaum (Masse oder Massa), künstlichem Elfenbein, künstlicher Schmucksteine auf chemischem Wege; der zweckmäßigsten und nöthigsten Werkzeuge, Geräthschaften, Vorrichtungen und Hilfsstoffe. Ferner die Erzeugung der Oelköpfe geflammter, gesprengelter und Ruhlaer Waare. Endlich die Erzeugung der Holzpfeifen hierzu dienliche Holzarten, deren Färben, Beizen, Poliren u. dgl. Von G. M. Kaufer. Mit 5 Tafeln Abbildungen. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

XIII. Band. **Die Fabrikation der ätherischen Oele.** Anleitung zur Darstellung derselben nach den Methoden der Pressung, Destillation, Extraction, Deplacirung, Maceration und Absorption, nebst einer ausführlichen Beschreibung aller bekannten ätherischen Oele in Bezug auf ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften und technische Verwendung, sowie der besten Verfahrungsarten zur Prüfung der ätherischen Oele auf ihre Reinheit. Von Dr. chem. George William Askinson, Verfasser des Werkes: Die Parfumerie-Fabrikation. Zweite verbesserte und vermehrte Aufl. Mit 36 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XIV. Band. **Die Photographie oder die Anfertigung von bildlichen Darstellungen auf künstlichem Wege.** Als Lehr- u. Handb. d. prakt. Seite bearb. u. herausgegeben v. Jul. Krüger. Zweite Auflage. Mit 59 Abbild. 33 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. = 7 M. 20 Pf.

XV. Band. **Die Leim- und Gelatine-Fabrikation.** Eine auf prakt. Erfahr. begründ. gemeinverständl. Darstell. dieses Industriezw. in s. ganz. Umfange. Von F. Dawidowsky. Dritte Aufl. Mit 27 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XVI. Band. **Die Stärke-Fabrikation und die Fabrikation des Traubenzuckers.** Eine populäre Darstellung der Fabrikation aller im Handel vorkommenden Stärkesorten, als der Kartoffel-, Weizen-, Mais-, Reis-, Arrow-root-Stärke, der Tapioca u. s. w.; der Wasch- und Toilettestärke und des künstlichen Sago, sowie der Verwerthung aller bei der Stärke-Fabrikation sich ergebenden Abfälle, namentlich des Klebers und der Fabrikation des Dextrins, Stärkegummis, Traubenzuckers, Kartoffelmehles und der Zucker-Couleur. Ein Handbuch für Stärke- und Traubenzucker-Fabrikanten, sowie für Oekonomie-Besitzer und Branntweinbrenner. Von Felix Reyhwald, Stärke- und Traubenzucker-Fabrikant. Zweite, sehr vermehrte u. verbesserte Aufl. Mit 28 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XVII. Band. **Die Tinten-Fabrikation** u. die Herstellung der Hektographen und Hektographirtinten, die Fabrikation der Tusche, der Tintenstifte, der Stempeldruckfarben sowie d. Waschblaues. Ausführl. Darstellung der Anfertigung aller Schreib-, Comptoir-, Copir- u. Hektographirtinten, aller farbigen und sympathetischen Tinten, d. chinesischen Tusche, lithographischen Stifte u. Tinten, unauslöschl. Tinten z. Zeichnen d. Wäsche, d. Hektographirmassen, sw. z. Ausführung v. Schriften a. jedem beliebigen Materiale, d. Bereit. d. besten Waschblaues u. d. Stempeldruckfarben. Nebst e. Anleit. z. Lesbarmachen alter Schriften. Nach eig. Erfahr. dargest. v. Sigmund Lehner, Chem. u. Fabrik. Vierte Aufl. M. erläut. Abb. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XVIII. Band. **Die Fabrikation der Schmiermittel, der Schuhwichse und Lederschmiere.** Darstellung aller bekannten Schmiermittel, als: Wagenschmiere, Maschinenschmiere, der Schmieröle f. Näh- u. andere Arbeitsmaschinen u. der Mineralschmieröle, Uhrmacheröle; ferner, der Schuhwichse, Lederlacke, des Dégras u. Lederschmiere f. alle Gattungen von Leder. Von Rich. Brunner, tech. Chem. Vierte Aufl. Mit 5 erläuternden Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. = 2 M. 25 Pf.

XIX. Band. **Die Lohgerberei oder die Fabrikation des lohgaren Leders.** Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des lohgaren Leders nach dem gewöhnlichen und Schnellgerbe-Verfahren und der Metallsalz-Gerberei; nebst der Anleitung zur Herstellung aller Gattungen Maschinenriemen-Leder, des Juchten-, Saffian-, Cordoan-, Chagrin- und Lackleders, sowie zur Verwerthung der Abfälle, welche sich in Lederfabriken ergeben. Von Ferdinand Wiener, Leder-Fabrikant. Zweite sehr vermehrte und verbesserte Aufl. Mit 48 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. = 7 M. 20 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XX. Band. Die Weißgerberei, Sämischgerberei und Pergament-Fabrikation. Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des weißgaren Leders nach allen Verfahrungsweisen, des Glacéleders, Seifenleders u. s. w.; der Sämischgerberei, der Fabrikation des Pergaments und der Lederfärberei, mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Lederindustrie. Von Ferdinand Wiener, Leder-Fabrikant. Mit 20 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

XXI. Band. Die chemische Bearbeitung der Schafwolle oder das Ganze der Färberei von Wolle und wollenen Gespinnsten. Ein Hilfs- u. Lehrbuch für Färber, Färberei-Techniker, Tuch- u. Garn-Fabrikanten u. Solche, die es werden wollen. Dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft entsprechend u. auf Grund eigener langjähr. Erfahrungen im In- und Auslande vorzugsweise praktisch dargestellt. Von Victor Joclét, Färber u. Fabriks-Dirigent. Mit 29 Abb. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

XXII. Band. Das Gesammtgebiet des Lichtdrucks, die Emailphotographie, und anderwärtige Vorschriften zur Umkehrung der negativen und posttiven Glasbilder. Bearbeitet von J. Husnik, k. k. Professor in Prag. Dritte Auflage. Mit 38 Abbild. u. 3 Illustrationsbeilagen. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XXIII. Band. Die Fabrikation der Conserven und Canditen. Vollständige Darstellung aller Verfahren der Conservirung für Fleisch, Früchte, Gemüse, der Trockenfrüchte, der getrockneten Gemüse, Marmeladen, Fruchtsäfte u. s. w. und der Fabrikation aller Arten von Canditen, als: canbirter Früchte, der verschiedenen Bonbons, der Rocks-Drops, der Dragées, Praliné's ꝛc. Von A. Hausner. Zweite, verbesserte und vermehrte Aufl. Mit 27 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

XXIV. Band. Die Fabrikation des Surrogatkaffees und des Tafelsenfes. Enthaltend: Die ausführliche Beschreibung der Zubereitung des Kaffees und seiner Bestandtheile; der Darstellung der Kaffee-Surrogate aus allen hierzu verwendeten Materialien und die Fabrikation aller Gattungen Tafelsenfs. Von K. Lehmann. 2. Aufl. Mit 21 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

XXV. Band. Die Kitte und Klebemittel. Ausführliche Anleitung zur Darstellung aller Arten von Kitten und Klebemitteln für Glas, Porzellan, Metalle, Leder, Eisen, Stein, Holz, Wasserleitungs- und Dampfröhren, sowie der Oel- Harz-, Kautschuk-, Guttapercha-, Caseïn-, Leim-, Wasserglas-, Glycerin-, Kalk-, Gyps-, Eisen- und Zink-Kitte, des Marine-Leims, der Zahnkitte, Zeibdelths und der zu speciellen Zwecken dienenden Kitte und Klebemittel. Von Sigmund Lehner. Vierte, sehr verm. u. verb. Aufl. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

XXVI. Band. Die Fabrikation der Knochenkohle und des Thieröles. Eine Anleitung zur rationellen Darstellung der Knochenkohle oder des Spodiums und der plastischen Kohle, der Verwerthung aller sich hierbei ergebenden Nebenproducte und zur Wiederbelebung der gebrauchten Knochenkohle. Von Wilhelm Friedberg, technischer Chemiker. Mit 13 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XXVII. Band. Die Verwerthung der Weinrückstände. Praktische Anleitung zur rationellen Verwerthung von Weintrester, Weinhefe (Weinlager, Geläger und Weinstein. Mit einem Anhang: Die Erzeugung von Weinsprit und Cognac aus Wein. Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler, Brennerei-Techniker, Fabrikanten chemischer Producte u. Chemiker. Gemeinverständlich dargestellt von Antonio dal Piaz, techn. Chemiker. Zweite Aufl. Mit 23 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XXVIII. Band. Die Alkalien. Darstellung der Fabrikation der gebräuchlichsten Kali- und Natron-Verbindungen, der Soda, Potasche, des Salzes, Salpeters, Glauberssalzes, Wasserglases, Chromkalis, Blutlaugensalzes, Weinsteins, Laugensteins u. s. f., deren Anwendung und Prüfung. Ein Handbuch für Färber, Bleicher, Seifensieder, Fabrikanten von Glas, Zündwaaren, Lauge, Papier, Farben, überhaupt von chemischen Producten, für Apotheker und Droguisten. Von Dr. S. Pick, Fabriksbesitzer. Mit 14 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

XXIX. Band. Die Bronzewaaren-Fabrikation. Anleitung zur Fabrikation von Bronzewaaren aller Art, Darstellung ihres Gusses und Behandelns nach demselben, ihrer Färbung und Vergoldung, des Bronzirens überhaupt nach den älteren sowie bis zu den neuesten Verfahrungsweisen. Von Ludwig Müller, Metallwaaren-Fabrikant. Mit 25 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XXX. Band. Vollständiges Handbuch der Bleichkunst oder theoretische und praktische Anleitung zum Bleichen der Baumwolle, des Flachses, des Hanfes, der Wolle und Seide, sowie der darauf gesponnenen Garne und gewebten oder gewirkten Zeuge. Nebst einem Anhange über zweckmäßiges Bleichen der Hadern, des Papieres, der Wasch- und Badeschwämme, des Strohes und Wachses ꝛc. Nach den neuesten Erfahrungen durchgängig praktisch bearbeitet von Victor Joclét. Mit 30 Abbild. und 2 Tafeln. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

XXXI. Band. Die Fabrikation von Kunstbutter, Sparbutter und Butterine. Eine Darstellung der Bereitung der Ersatzmittel der echten Butter nach den besten Methoden. Allgemein verständlich geschildert von Victor Lang. Zweite vermehrte Aufl. Mit 14 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

XXXII. Band. **Die Natur der Ziegelthone und die Ziegel-Fabrikation der Gegenwart.** Handbuch für technische Chemiker, Ziegeltechniker, Bau- und Maschinen-Ingenieure ꝛc. ꝛc. Von Dr. Hermann Zwick. Mit 123 Abbild. und 3 Tafeln. 38 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. 60 kr. = 8 M. 80 Pf.

XXXIII. Band. **Die Fabrikation der Mineral- und Lackfarben.** Enthaltend: Die Anleitung zur Darstellung aller künstl. Maler- u. Anstreicherfarben, der Email-, Ruß- u. Metallfarben. Ein Handbuch für Fabrikanten, Farbwaarenhändler, Maler und Anstreicher. Dem neuesten Stande der Wissenschaft entsprechend dargestellt von Dr. Josef Bersch. Mit 43 Abbild. Zweite Auflage. 42 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. 20 kr. = 7 M. 60 Pf.

XXXIV. Band. **Die künstlichen Düngemittel.** Darstellung der Fabrikation des Knochen-, Horn-, Blut-, Fleisch-Mehls, der Kalidünger, des schwefelsauren Ammoniaks, der verschiedenen Arten Superphosphate, der Poudrette u. s. f., sowie Beschreibung des natürlichen Vorkommens der concentrirten Düngemittel. Ein Handbuch für Fabrikanten künstlicher Düngemittel, Landwirthe, Zuckerfabrikanten, Gewerbetreibende und Kaufleute. Von Dr. S. Pick, Fabrikant chemischer Producte. Zweite verm. Auflage. Mit 25 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

XXXV. Band. **Die Zinkographie** oder das Aetzen in Zink zur Herstellung von Druckplatten aller Art, nebst Anleitung zum Aetzen in Kupfer, Messing, Stahl und andere Metalle. Auf Grund eigener praktischer, vieljähriger Erfahrungen bearbeitet und herausgegeben von Julius Krüger. Mit 11 Abbild. und 7 Tafeln. Dritte Auflage. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XXXVI. Band. **Medicinische Specialitäten.** Eine Sammlung aller bis jetzt bekannten und untersuchten medicinischen Geheimmittel mit Angabe ihrer Zusammensetzung nach den bewährtesten Chemikern. Gruppenweise zusammengestellt von C. F. Capaun-Karlowa, Apotheker. Zweite, vielfach vermehrte Auflage. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

XXXVII. Band. **Die Colorie der Baumwolle auf Garne und Gewebe mit besonderer Berücksichtigung der Türkischroth-Färberei.** Ein Lehr- und Handbuch für Interessenten dieser Branchen. Nach eigenen praktischen Erfahrungen zusammengestellt von Carl Romen, Director der Möllersdorfer Färberei, Bleicherei und Appretur. Mit 6 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XXXVIII. Band. **Die Galvanoplastik.** Ausführliche praktische Darstellung des galvanoplastischen Verfahrens in allen seinen Einzelheiten. In leichtfaßlicher Weise bearbeitet von Julius Weiß. Dritte Aufl. Mit 48 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XXXIX. Band. **Die Weinbereitung und Kellerwirthschaft.** Populäres Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler und Kellermeister. Gemeinverständlich dargestellt auf Grundlage der neuesten wissenschaftlichen Forschungen der berühmtesten Oenologen und eigenen langjährigen praktischen Erfahrungen von Antonio dal Piaz. Dritte, neubearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 64 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XL. Band. **Die technische Verwerthung des Steinkohlentheers,** nebst einem Anhange: Ueber die Darstellung des natürlichen Asphalttheers und Asphaltmastix aus den Asphaltsteinen und bituminösen Schiefern und Verwerthung der Nebenproducte. Von Dr. Georg Thenius, technischer Chemiker in Wiener-Neustadt. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XLI. Band. **Die Fabrikation der Erdfarben.** Enthaltend: Die Beschreibung aller natürlich vorkommenden Erdfarben, deren Gewinnung und Zubereitung. Handbuch für Farben-Fabrikanten, Maler, Kimmermaler, Anstreicher und Farbwaaren-Händler. Von Dr. Jos. Bersch. Zweite Auflage. Mit 19 Abb. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XLII. Band. **Desinfectionsmittel** oder Anleitung zur Anwendung der praktischesten und besten Desinfectionsmittel, um Wohnräume, Krankensäle, Stallungen, Transportmittel, Leichenkammern, Schlachtfelder u. s. w. zu desinficiren. Von Wilhelm Heckenast. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark

XLIII. Band. **Die Heliographie,** oder: Eine Anleitung zur Herstellung druckbarer Metallplatten aller Art, sowohl für Halbtöne als auch für Strich- und Kornmanier, ferner die neuesten Fortschritte im Pigmentdruck und Woodburytypverfahren (oder Reliefdruck), nebst anderweitigen Vorschriften. Bearbeitet von J. Husnik, k. k. Professor in Prag. Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 6 Illustrationen und 5 Tafeln. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

XLIV. Band. **Die Fabrikation der Anilinfarbstoffe** und aller anderen aus dem Theere darstellbaren Farbstoffe (Phenyl-, Naphthalin-, Anthracen- und Resorcin-Farbstoffe) u. deren Anwendung in der Industrie. Bearbeitet von Dr. Josef Bersch. Mit 15 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. = 6 M. 50 Pf.

XLV. Band. **Chemisch-technische Specialitäten und Geheimnisse,** mit Angabe ihrer Zusammenstellt nach d. bewährt. Chemikern. Alphab. zusammengest. v. C. F. Capaun-Karlowa, Apoth. Zweite Aufl. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = M. 2.50.

Digitized by Google

XLVI. Band. **Die Woll- und Seidendruckerei in ihrem ganzen Umfange.** Ein prakt. Hand- und Lehrbuch für Druck-Fabrikanten, Färber u. techn. Chemiker. Enthaltend: das Drucken der Wollen-, Halbwollen- u. Halbseidenstoffe, der Wollengarne u. seidenen Zeuge. Unter Berücksichtigung d. neuesten Erfind. u. unter Zugrundelegung langj. prakt. Erfahrung. Bearb. v. Vict. Joclet, techn. Chemiker. Mit 54. Abbild. u. 4 Taf. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. = 6 M. 50 Pf.

XLVII. Band. **Die Fabrikation des Rübenzuckers,** enthaltend: Die Erzeugung des Brotzuckers, des Rohzuckers, die Herstellung von Raffinad- und Candiszucker nebst einem Anhange über die Verwerthung der Nachprodukte und Abfälle 2c. Zum Gebrauche als Lehr- und Handbuch leichtfaßlich dargestellt von Richard v. Regner. Chemiker. Mit 21 Abbild. 14 Bog. 8. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

XLVIII. Band. **Farbenlehre.** Für die praktische Anwendung in den verschied. Gewerben und in der Kunstindustrie, bearb. von Alwin v. Wouwermans. Zweite vermehrte Aufl. Mit 7 Abbildungen. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. = 2 M. 25 Pf.

IL. Band **Vollständige Anleitung zum Formen und Gießen** oder genaue Beschreibung aller in den Künsten und Gewerben dafür angewandten Materialien, als Gyps, Wachs, Schwefel, Leim, Harz, Guttapercha, Thon, Lehm, Sand und deren Behandlung behufs Darstellung von Gypsfiguren, Stuccatur-, Thon-, Cement- und Steingut-Waaren, sowie beim Guß von Statuen, Glocken und den in der Messing-, Zink-, Blei- und Eisengießerei vorkommenden Gegenständen. Von Eduard Uhlenhuth. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 17 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

L. Band **Die Bereitung der Schaumweine.** Mit besonderer Berücksichtigung der französischen Champagner-Fabrikation. Genaue Anweisung und Erläuterung der vollständigen rationellen Fabrikationsweise aller mousirenden Weine und Champagner. Mit Benützung des Robinet'schen Werkes, auf Grund eigener praktischer Erfahrungen und wissenschaftlicher Kenntnisse dargestellt und erläutert von A. v. Regner. Mit 28 Abbild. 25 Bog. 8 Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

LI. Band. **Kalk und Luftmörtel.** Auftreten und Natur des Kalksteines, das Brennen desselben und seine Anwendung zu Luftmörtel. Nach dem gegenwärtigen Stande der Theorie und Praxis dargestellt von Dr. Hermann Zwick. Mit 30 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

LII. Band. **Die Legirungen.** Handbuch für Praktiker. Enthaltend: Die Darstellung sämmtlicher Legirungen, Amalgame und Lothe für die Zwecke aller Metallarbeiter, insbesondere für Erzgießer, Glockengießer, Bronzearbeiter, Gürtler, Sporer, Klempner, Gold- und Silberarbeiter, Mechaniker, Techniker u. s. w. Von A. Krupp. Mit 11 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl 75 kr. = 5 Mark.

LIII. Band. **Unsere Lebensmittel.** Eine Anleitung zur Kenntniß der vorzüglichsten Nahrungs- und Genußmittel, deren Vorkommen und Beschaffenheit in gutem und schlechtem Zustande, sowie ihre Verfälschungen und deren Erkennung. Von C. F. Capaun-Karlowa. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

LIV. Band. **Die Photokeramik,** das ist die Kunst, photogr. Bilder auf Porzellan, Email, Glas, Metall u. s. w. einzubrennen. Lehr- und Handbuch nach eigenen Erfahrungen u. mit Benützung der besten Quellen, bearbeitet u. herausgegeben von Jul. Krüger. Zweite Auflage. Mit 21 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

LV. Band. **Die Harze und ihre Producte.** Deren Abstammung, Gewinnung und technische Verwerthung. Nebst einem Anhange: Ueber die Producte der trockenen Destillation des Harzes oder Colophoniums: das Camphin, das schwere Harzöl, das Coböl u. die Bereitung von Wagenfett u. Maschinenölen 2c. aus den schweren Harzölen, sowie die Verwendung derselben zur Leuchtgas-Erzeugung. Ein Handb. für Fabrikanten, Techniker, Chemiker, Droguisten, Apotheker, Wagenfett-Fabrikanten u. Brauer. Nach den neuest. Forschungen u. auf Grundl. langj. Erfahr. zusammengest. von Dr. G. Thenius. Chemiker in Wiener-Neustadt. Mit 40 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LVI. Band. **Die Mineralsäuren.** Nebst einem Anhange: Der Chlorkalk und die Ammoniak-Verbindungen. Darstellung der Fabrikation von schwefl. Säure, Schwefel-, Salz-, Salpeter-, Kohlen-, Arsen-, Bor-, Phosphor-, Blausäure, Chlorkalk und Ammoniaksalzen, deren Untersuchung und Anwendung. Ein Handbuch für Apotheker, Droguisten, Färber, Bleicher, Fabrikanten von Farben, Zucker, Papier, Düngemittel, chemischen Producten, für Glastechniker u. s. f. Von Dr. S. Pick, Fabriksdirector, Mit 27 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

LVII. Band. **Wasser und Eis.** Eine Darstellung der Eigenschaften, Anwendung und Reinigung des Wassers für industrielle und häusliche Zwecke und der Aufbewahrung. Benützung und künstlichen Darstellung des Eises. Für Praktiker bearbeitet von Friedrich Ritter. Mit 35 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

LVIII. Band. **Hydraulischer Kalk u. Portland-Cement** nach Rohmaterialien, physikalischen u. chemischen Eigenschaften, Untersuchung, Fabrikation u. Werthstellung unter besonderer Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Cement-Industrie. Bearbeitet v. Dr. H. Zwick. Zweite Aufl. Mit 50 Abb. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

LIX. Band. **Die Glasätzerei für Tafel- und Hohlglas, Hell- und Mattätzerei in ihrem ganzen Umfange.** Alle bisher bekannten und viele neue Verfahren enthaltend; mit besonderer Berücksichtigung der Monumental-Glasätzerei. Leichtfaßlich dargest. m. genauer Angabe aller erforderlichen Hilfsmittel v. J. B. Miller, Glastechn. Zweite Aufl. Mit 18 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LX. Band. **Die explosiven Stoffe,** ihre Geschichte, Fabrikation, Eigenschaften, Prüfung und praktische Anwendung in der Sprengtechnik. Mit einem Anhange, enthaltend: Die Hilfsmittel der submarinen Sprengtechnik (Torpedos und Seeminen). Bearbeitet nach den neuesten wissenschaftlichen Erfahrungen von Dr. Fr. Böckmann, techn. Chemiker. Mit 31 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LXI. Band. **Handbuch der rationellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung von Abfallstoffen jeder Art.** Von Dr. Theodor Koller. Mit 22 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

LXII. Band. **Kautschuk und Guttapercha.** Eine Darstellung der Eigenschaften und der Verarbeitung des Kautschuks und der Guttapercha auf fabriksmäßigem Wege, der Fabrikation des vulcanisirten und gehärteten Kautschuks, der Kautschuk- und Guttapercha-Compositionen, der wasserdichten Stoffe, elastischen Gewebe u. s. w. Für die Praxis bearbeitet von Raimund Hoffer. Zweite vermehrte und verbesserte Aufl. Mit 15 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXIII. Band. **Die Kunst- und Feinwäscherei in ihrem ganzen Umfange.** Enthaltend: Die chemische Wäsche, Fleckenreinigungskunst, Kunstwäscherei, Hauswäscherei, die Strohhut-Bleicherei u. -Färberei, Handschuh-Wäscherei und -Färberei ꝛc. Von Victor Joclét. Zweite Auflage. Mit 18 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LXIV. Band. **Grundzüge der Chemie in ihrer Anwendung auf das praktische Leben.** Für Gewerbetreibende und Industrielle im Allgemeinen, sowie für jeden Gebildeten. Bearbeitet von Prof. Dr. Willibald Artus. Mit 24 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

LXV. Band. **Die Fabrikation der Emaille und das Emailliren.** Anleitung zur Darstellung aller Arten Emaille für technische und künstlerische Zwecke und zur Vornahme des Emaillirens auf praktischem Wege. Für Emaillefabrikanten, Gold- und Metallarbeiter und Kunstindustrielle. Von Paul Randau, technischer Chemiker. Zweite Aufl. Mit 8 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

LXVI. Band. **Die Glas-Fabrikation.** Eine übersichtliche Darstellung der gesammten Glasindustrie mit vollständiger Anleitung zur Herstellung aller Sorten von Glas und Glaswaaren. Zum Gebrauche für Glasfabrikanten und Gewerbetreibende aller verwandten Branchen auf Grund praktischer Erfahrungen und der neuesten Fortschritte bearbeitet von Raimund Gerner, Glasfabrikant. Mit 50 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

LXVII. Band. **Das Holz und seine Destillations-Producte.** Ueber die Abstammung und das Vorkommen der verschiedenen Hölzer. Ueber Holz, Holzschleifstoff, Holzcellulose, Holzimprägnirung u. Holzconservirung, Meiler- und Retorten-Verkohlung, Holzessig u. seine techn. Verarbeitung, Holztheer u. seine Destillationsproducte, Holztheerpech u. Holzkohlen nebst einem Anhange: Ueber Gaserzeugung aus Holz. Ein Handbuch f. Waldbesitzer, Forstbeamte, Lehrer, Chem., Techn. u. Ingenieure, nach den neuesten Erfahrungen praktisch u. wissensch. bearbeitet v. Dr. Georg Thenius, techn. Chemiker in Wiener-Neustadt. Mit 32 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

LXVIII. Band. **Die Marmorirkunst.** Ein Lehr-, Hand- u. Musterbuch f. Buchbindereien, Buntpapierfabriken u. verwandte Geschäfte. Von J. Ph. Boeck. Mit 30 Marmorpapier-Mustern u. 6 Abbild. 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LXIX. Band. **Die Fabrikation des Wachstuches,** des amerikanischen Ledertuches, des Wachs-Taffets, der Maler- und Zeichen-Leinwand, sowie die Fabrikation des Theertuches, der Dachpappe und die Darstellung der unverbrennlichen und gegerbten Gewebe. Den Bedürfnissen der Praktiker entsprechend. Von R. Eßlinger. Mit 11 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

LXX. Band. **Das Celluloid,** seine Rohmaterialien, Fabrikation, Eigenschaften und technische Verwendung. Für Celluloid- und Celluloidwaaren-Fabrikanten für alle Celluloid verarbeitenden Gewerbe z. Zahnärzte u. Zahntechniker. Von Dr. Fr. Böckmann, techn. Chem. Mit 8 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LXXI. Band. **Das Ultramarin und seine Bereitung** nach dem jetzigen Stande dieser Industrie. Von C. Fürstenau. Mit 25 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LXXII. Band. **Petroleum und Erdwachs.** Darstellung der Gewinnung von Erdöl und Erdwachs (Ceresin), deren Verarbeitung auf Leuchtöle und Paraffin, sowie aller anderen aus denselben zu gewinnenden Producte, mit einem Anhang, betreffend die Fabrikation von Photogen, Solaröl und Paraffin aus Braunkohlentheer. Mit besonderer Rücksichtnahme auf die aus Petroleum dargestellten Leuchtöle, deren Aufbewahrung und technische Prüfung. Von Arthur Burgmann, Chemiker. Mit 12 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXIII. Band. **Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle.** Eine Darstellung aller Arten von Loth, Löthmitteln und Löthapparaten, sowie der Behandlung der Metalle während der Bearbeitung. Handbuch für Praktiker. Nach eigenen Erfahrungen bearb. von Edmund Schlosser. Zweite sehr verm. u. erweiterte Aufl. Mit 25 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

LXXIV. Band. **Die Gasbeleuchtung im Haus und die Selbsthülfe des Gas-Consumenten.** Praktische Anleitung zur Herstellung zweckmäßiger Gasbeleuchtungen, mit Angabe der Mittel, eine möglichst große Gasersparniß zu erzielen. Von A. Müller. Mit 84 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

LXXV. Band. **Die Untersuchung der im Handel und Gewerbe gebräuchlichsten Stoffe** (einschließlich der Nahrungsmittel). Gemeinverständlich dargestellt von Dr. S. Pick. Ein Handbuch für Handel- und Gewerbetreibende jeder Art, für Apotheker, Photographen, Landwirthe, Medicinal- und Zollbeamte. Mit 16 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

LXXVI. Band. **Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen** und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. Eine Darstellung praktischer Methoden zur Anfertigung aller Metallüberzüge aus Zinn, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Nickel, Kobalt und Stahl, sowie der Patina, der oxydirten Metalle und der Bronzirungen. Handbuch für Metallarbeiter und Kunstindustrielle. Von Friedrich Hartmann. Dritte verbesserte Aufl. Mit 3 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LXXVII. Band. **Kurzgefaßte Chemie der Rübensaft-Reinigung.** Zum Gebrauche für praktische Zucker-Fabrikanten. Von W. Sykora und F. Schiller. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXVIII. Band. **Die Mineral-Malerei.** Neues Verfahren zur Herstellung witterungsbeständiger Wandgemälde. Technisch-wissenschaftliche Anleitung von A. Keim. 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

LXXIX. Band. **Die Chocolade-Fabrikation.** Eine Darstellung der verschiedenen Verfahren zur Anfertigung aller Sorten Chocoladen, der hierbei in Anwendung kommenden Materialien u. Maschinen. Nach d. neuesten Stande der Techn. geschildert v. Ernst Saldau. Mit 34 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXX. Band. **Die Briquette-Industrie und die Brennmaterialien.** Mit einem Anhange: Die Anlage der Dampfkessel und Gasgeneratoren mit besonderer Berücksichtigung der rauchfreien Verbrennung. Von Dr. Friedrich Jünemann, technischer Chemiker. Mit 48 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

LXXXI. Band. **Die Darstellung des Eisens** und der Eisenfabrikate. Handbuch für Hüttenleute und sonstige Eisenarbeiter, für Techniker, Händler mit Eisen und Metallwaaren, für Gewerbe- und Fachschulen 2c. Von Eduard Japing. Mit 78 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXXII. Band. **Die Lederfärberei und die Fabrikation des Lackleders.** Ein Handbuch für Lederfärber und Lackirer. Anleitung zur Herstellung aller Arten von färbigem Glacéleder nach dem Auftreich- und Tauchverfahren, sowie mit Hilfe der Theerfarben, zum Färben von schwedischem, sämischgarem und lohgarem Leder, zur Saffian-, Corduan-, Chagrinfärberei 2c. und zur Fabrikation von schwarzem und färbigem Lackleder. Von Ferdinand Wiener, Leder-Fabrikant. Mit 15 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

LXXXIII. Band. **Die Fette und Oele.** Darstellung der Gewinnung und der Eigenschaften aller Fette, Oele und Wachsarten, der Fett- und Oelraffinerie und der Kerzenfabrikation. Nach dem neuesten Stande der Technik leichtfaßlich geschildert von Friedrich Thalmann. Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Aufl. Mit 41 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

LXXXIV. Band. **Die Fabrikation der mousirenden Getränke.** Praktische Anleitung zur Fabrikation aller mousirenden Wässer, Limonaden, Weine 2c. und gründliche Beschreibung der hierzu nöthigen Apparate. Von Oskar Meitz. Neu bearbeitet von Dr. E. Luhmann, Chemiker und Fabriksdirector. Zweite Aufl. Mit 24 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

LXXXV. Band. **Gold, Silber und Edelsteine.** Handbuch für Gold-, Silber-, Bronzearbeiter und Juweliere. Vollständige Anleitung zur technischen Bearbeitung der Edelmetalle, enthaltend das Legiren, Gießen, Bearbeiten, Emailliren, Färben und Oxydiren, das Vergolden, Incrustiren und Schmücken der Gold- und Silberwaaren mit Edelsteinen und die Fabrikation des Imitationsschmuckes. Von Alexander Wagner. Mit 14 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. Preis 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXXVI. Band. **Die Fabrikation der Aether und Grundessenzen.** Die Aether, Fruchtäther, Fruchtessenzen, Fruchtextracte, Fruchtsyrupe, Tincturen zum Färben und Klärungsmittel. Nach den neuesten Erfahrungen bearbeitet von Dr. Th. Horatius. Mit 14 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXXVII. Band. **Die technischen Vollendungs-Arbeiten der Holz-Industrie,** das Schleifen, Beizen, Poliren, Lackiren, Anstreichen und Vergolden des Holzes, nebst der Darstellung der hierzu verwendbaren Materialien in ihren Hauptgrundzügen. Von L. E. Andés. Zweite vollständig umgearbeitete und verbesserte Auflage. Mit 33 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

LXXXVIII. Band. **Die Fabrikation von Albumin und Eierconserven.** Eine Darstellung der Eigenschaften der Eiweißkörper und der Fabrikation von Eier- und Blutalbumin, des Patent- und Naturalbumins, der Eier- und Dotter-Conserven und der zur Conservirung frischer Eier dienenden Verfahren. Von Karl Ruprecht. Mit 13 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. = 2 M. 25 Pf.

LXXXIX. Band. **Die Feuchtigkeit der Wohngebäude,** der Mauerfraß und Holzschwamm, nach Ursache, Wesen und Wirkung betrachtet und die Mittel zur Verhütung sowie zur sicheren und nachhaltigen Beseitigung dieser Uebel unter besonderer Hervorhebung eines neuen und praktisch bewährten Verfahrens zur Trockenlegung feuchter Wände und Wohnungen. Für Baumeister, Bautechniker, Gutsverwalter, Tüncher, Maler und Hausbesitzer. Von A. Keim, technischer Director in München. Mit 14 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XC. Band. **Die Verzierung der Gläser durch den Sandstrahl.** Vollständige Unterweisung zur Mattverzierung von Tafel- und Hohlglas mit besonderer Berücksichtigung der Beleuchtungsartikel. Viele neue Verfahren: Das Lasiren der Gläser. Die Mattdecoration von Porzellan und Steingut. Das Mattiren und Verzieren der Metalle. Nebst einem Anhange: Die Sandblas-Maschinen. Von J. B. Miller, Glastechn. Mit 8 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XCI. Band. **Die Fabrikation des Alauns,** der schwefelsauren und essigsauren Thonerde, des Bleiweißes und Bleizuckers. Von Friedrich Jünemann, technischer Chemiker. Mit 9 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XCII. Band. **Die Tapete,** ihre ästhetische Bedeutung und technische Darstellung, sowie kurze Beschreibung der Buntpapier-Fabrikation. Zum Gebrauche für Musterzeichner, Tapeten- und Buntpapier-Fabrikanten. Von Th. Seemann. Mit 42 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

XCIII. Band. **Die Glas-, Porzellan- und Email-Malerei in ihrem ganzen Umfange** Ausführliche Anleitung zur Anfertigung sämmtlicher bis jetzt zur Glas-, Porzellan-, Email-, Fayence- und Steingut-Malerei gebräuchlichen Farben und Flüsse, nebst vollständiger Darstellung des Brennens dieser verschiedenen Stoffe. Unter Zugrundelegung der neuesten Erfindungen und auf Grund eigener in Sèvres und anderen großen Malereien und Fabriken erworbenen Kenntnisse bearb. und herausg. von Felix Hermann. Mit 10 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XCIV. Band. **Die Conservirungsmittel.** Ihre Anwendung in den Gährungsgewerben und zur Aufbewahrung von Nahrungsstoffen. Eine Darstellung der Eigenschaften der Conservirungsmittel und deren Anwendung in der Bierbrauerei, Weinbereitung, Essig- und Preßhefe-Fabrikation ꝛc. Von Dr. Josef Bersch. Mit 8 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

XCV. Band. **Die elektrische Beleuchtung** und ihre Anwendung in der Praxis. Verfaßt von Dr. Alfred v. Urbanitzky. Zweite Aufl. Mit 169 Abbild. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

XCVI. Band. **Preßhefe, Kunsthefe und Backpulver.** Ausführliche Anleitung zur Darstellung von Preßhefe nach allen benannten Methoden, zur Bereitung der Kunsthefe und der verschiedenen Arten von Backpulver. Praktisch geschildert von Adolf Wilfert. Zweite Aufl. Mit 18 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

XCVII. Band. **Der praktische Eisen- und Eisenwaarenkenner.** Kaufmännisch-technisch Eisenwaarenkunde. Ein Handbuch für Händler mit Eisen- und Stahlwaaren, Fabrikanten, Exund Importeure, Agenten für Eisenbahn- und Baubehörden, Handels- und Gewerbeschulen ꝛc. Von Eduard Japing, dipl. Ingenieur und Redacteur, früher Eisenwerks-Director. Mit 98 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

XCVIII. Band. **Die Keramik** oder Die Fabrikation von Töpfer-Geschirr, Steingut, Fayence, Steinzeug, Terralith, sowie von französischem, englischem und Hartporzellan. Anleitung für Praktiker zur Darstellung aller Arten keramischer Waaren nach deutschem, französischem u. englischem Verfahren. Von Ludwig Wippinger. Mit 45 Abbild. 24 Bogen. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

IC. Band. **Das Glycerin.** Seine Darst., seine Verbind. u. Anwendung in den Gewerben, in der Seifen-Fabrik., Parfumerie u. Sprengtechnik. Für Chem., Parfumeure, Seifen-Fabrik., Apotheker Sprengtech. u. Industrielle geschildert von S. W. Koppe. Mit 20 Abbild. 13 Bogen. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

C. Band. **Handbuch der Chemigraphie,** Hochätzung in Zink für Buchdruck mittelst Umdruck von Autographien und Photogrammen und directer Copirung od. Radirung d. Bildes a. d. Platte (Photo-Chemigraphie u. Chalco-Chemigraphie). Von W. F. Toisel. Mit 14 Abbild. 17 Bg. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CI. Band. **Die Imitationen.** Eine Anleitung zur Nachahmung von Natur- und Kunstproducten, als: Elfenbein, Schildpatt, Perlen und Perlmutter, Korallen, Bernstein, Horn, Hirschhorn, Fischbein, Alabaster ꝛc., sowie zur Anfertigung von Kunst-Steinmassen, Nachbildungen von Holzschnitzereien, Bildh.-Arbeiten, Mosaiken, Intarsien, Leder, Seide u. s. w. Für Gewerbetr. u. Künstler. Von Sigmund Lehner. Zweite, sehr verbesserte Aufl. Mit 10 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CII. Band. **Die Fabrikation der Copal-, Terpentinöl- und Spiritus-Lacke.** Von S. E. Andés. Mit 38 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. = 5 M. 40 Pf.

CIII. Band. **Kupfer und Messing,** sowie alle technisch wichtigen Kupferlegirungen, ihre Darstellungsmeth., Eigenschaften und Weiterverarbeitg. zu Handelswaaren. Von Ed. Japing. Mit 41 Abbild. 14 Bg. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CIV. Band. **Die Bereitung der Brennerei-Kunsthefe.** Auf Grundlage vieljähriger Erfahrungen geschildert von Josef Reis, Brennerei-Director. 4 Bog. 8. Eleg. geh. 80 kr. = 1 M. 50 Pf.

CV. Band. **Die Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege.** Eine Darstellung der Verfahren zur Gewinnung der Destillationsproducte des Holzes, der Essigsäure, des Holzgeistes, des Theeres und der Theeröle, des Creosotes, des Rußes, des Röstholzes und der Kohlen. Die Fabrikation von Oxalsäure, Alkohol und Cellulose, der Gerb- und Farbstoff-Extracte aus Rinden und Hölzern, der ätherischen Oele und Harze. Für Praktiker geschildert von Dr. Josef Bersch. Zweite, sehr vermehrte Auflage. Mit 68 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CVI. Band. **Die Fabrikation der Dachpappe und der Anstrichmasse** für Pappdächer in Verbindung mit der Theer-Destillation nebst Anfertigung aller Arten von Pappbedachungen und Asphaltirungen. Ein Handbuch für Dachpappe-Fabrikanten, Baubeamte, Bau-Techniker, Dachdecker und Chemiker. Von Dr. E. Luhmann, techn. Chemiker. Mit 47 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CVII. Band. **Anleitung zur chemischen Untersuchung und rationellen Beurtheilung der landwirthschaftlich wichtigsten Stoffe.** Ein den praktischen Bedürfnissen angepaßtes analytisches Handbuch für Landwirthe, Fabrikanten künstlicher Düngemittel, Chemiker, Lehrer der Agriculturchemie und Studirende höherer landwirthschaftlicher Lehranstalten. Nach dem neuesten Stande der Praxis verfaßt von Robert Heinze. Mit 15 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CVIII. Band. **Das Lichtpausverfahren** in theoretischer u. praktischer Beziehung. Von H. Schuberth. Zweite Aufl. Mit 7 Abbild. 10 Bg. 8. Eleg. geh. 80 kr. = 1 M. 50 Pf.

CIX. Band. **Zink, Zinn und Blei.** Eine ausführliche Darstellung der Eigenschaften dieser Metalle, ihrer Legirungen unter einander und mit anderen Metallen, sowie ihrer Verarbeitung auf physikalischem Wege. Für Metallarbeiter und Kunst-Industrielle geschildert von Karl Richter. Mit 8 Abbild. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

CX. Band. **Die Verwerthung der Knochen auf chemischem Wege.** Eine Darstellung der Verarbeitung von Knochen auf alle aus denselben gewinnbaren Producte, insbesondere von Fett, Leim, Düngemitteln und Phosphor. Von Wilhelm Friedberg. Mit 20 Abbild. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXI. Band. **Die Fabrikation der wichtigsten Antimon-Präparate.** Mit besonderer Berücksichtigung des Brechweinsteines und Goldschwefels. Von Julius Oehme. Mit 27 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

CXII. Band. **Handbuch der Photographie der Neuzeit.** Mit besonderer Berücksichtigung des Bromsilber-Gelatine-Emulsions-Verfahrens. Von Julius Krüger. Mit 61 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXIII. Band. **Draht und Drahtwaaren.** Praktisches Hilfs- und Handbuch für die gesammte Drahtindustrie, Eisen- und Metallwaarenhändler, Gewerbe- und Fachschulen. Mit besonderer Rücksicht auf die Anforderungen der Elektrotechnik. Von Eduard Japing, Ingenieur und Redacteur. Mit 119 Abbild. 29 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. = 6 M. 50 Pf.

CXIV. Band. **Die Fabrikation der Toilette-Seifen.** Praktische Anleitung zur Darstellung aller Arten von Toilette-Seifen auf kaltem und warmem Wege, der Glycerin-Seife, der Seifenkugeln, der Schaumseifen und der Seifen-Specialitäten. Mit Rücksicht auf die hierbei in Verwendung kommenden Maschinen und Apparate geschildert von Friedrich Wiltner, Seifenfabrikant. Mit 89 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXV. Band. **Praktisches Handbuch für Anstreicher und Lackirer.** Anleitung zur Ausführung aller Anstreicher-, Lackirer-, Vergolder- und Schriftenmaler-Arbeiten, nebst eingehender Darstell. aller verwend. Rohstoffe u. Utensilien von L. E. Andés. Zweite, vollständig umgearbeitete Aufl. Mit 50 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CXVI. Band. **Die praktische Anwendung der Theerfarben in der Industrie.** Praktische Anleitung zur rationellen Darstellung der Anilin-, Phenyl- Naphthalin- und Anthracen-Farben in der Färberei, Druckerei, Buntpapier-, Tinter- und Zündwaaren-Fabrikation. Praktisch dargestellt von E. J. Hödl, Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

CXVII. Band. **Die Verarbeitung des Hornes, Elfenbeins, Schildpatts, der Knochen und der Perlmutter.** Abstammung und Eigenschaften dieser Rohstoffe, ihre Zubereitung, Färbung u. Verwendung in der Drechslerei, Kamm- und Knopffabrikation, sowie in anderen Gewerben. Ein Handbuch für Horn- u. Bein-Arbeiter, Kammacher, Knopffabrikanten, Drechsler, Spielwaaren-Fabrikanten 2c. 2c. Von Louis Edgar Andés. Mit 32 Abbild. 15 Bog. 8. Geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXVIII. Band. **Die Kartoffel- und Getreidebrennerei.** Handbuch für Spiritusfabrikanten, Brennereibesitzer, Landwirthe und Techniker. Enthaltend: Die praktische Anleitung zur Darstellung von Spiritus aus Kartoffeln, Getreide, Mais und Reis, nach den älteren Methoden und nach dem Hochdruckverfahren. Dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft und Praxis gemäß populär geschildert von Adolf Wilfert. Mit 88 Abbild. 29 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. = 5 M. 40 Pf.

CXIX. Band. **Die Reproductions-Photographie** sowohl für Halbton als Strichmanier nebst den bewährtesten Copirprocessen zur Uebertragung photographischer Glasbilder aller Art auf Zink und Stein. Von J. Husnik, k. k. Prof. am I. Staats-Realgymn. in Prag, Ehrenmitglied der Photogr. Vereine zu Berlin und Prag 2c. Mit 34 Abbild. u. 7 Tafeln. 18 Bogen. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CXX. Band. **Die Beizen, ihre Darstellung, Prüfung und Anwendung.** Für den prakt. Färber und Zeugdrucker bearb. von H. Wolff, Lehrer der Chemie am Zürcherisch. Technikum in Winterthur. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXXI. Band. **Die Fabrikation des Aluminiums und der Alkalimetalle.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Mit 27 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

CXXII. Band. **Die Technik der Reproduction von Militär-Karten und Plänen** nebst ihrer Vervielfältigung, mit besonderer Berücksichtigung jener Verfahren, welche im k. k. militär-geographischen Institute zu Wien ausgeübt werden. Von Ottomar Volkmer, k. k. Oberstlieutenant der Artillerie und Vorstand der technischen Gruppe im k. k. militär-geographischen Institute. Mit 57 Abbild. im Texte und einer Tafel. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXXIII. Band. **Die Kohlensäure.** Eine ausführliche Darstellung der Eigenschaften, des Vorkommens, der Herstellung und technischen Verwendung dieser Substanz. Ein Handbuch für Chemiker, Apotheker, Fabrikanten künstlicher Mineralwässer, Bierbrauer und Gastwirthe. Von Dr. E. Luhmann, Chemiker. Mit 47 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXXIV. Band. **Die Fabrikation der Siegel- und Flaschenlacke.** Enthaltend die Anleitung zur Erzeugung von Siegel- und Flaschenlacken, die eingehende Darstellung der Rohmaterialien, Utensilien und maschinellen Vorrichtungen. Mit einem Anhange: Die Fabrikat. d. Brauer-, Wachs-, Schuhmacher- u. Bürstenwaches. Von Louis Edgar Andés. Mit 21 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXXV. Band. **Die Teigwaaren-Fabrikation.** Mit einem Anhange: Die Panier- und Mutschelmehl-Fabrikation. Eine auf praktische Erfahrung begründete, gemeinverständliche Darstellung der Fabrikation aller Arten Teigwaaren, sowie des Panier- und Mutschelmehles mittelst Maschinenbetriebes, nebst einer Schilderung sämmtlicher Maschinen und der verschiedenen Rohproducte. Mit Beschreibung und Plan einer Teigwaaren-Fabrik. Leichtfaßlich geschildert von Friedrich Oertel, Teigwaaren-Fabrikant (Jury-Mitglied der bayrischen Landesausstellung 1882, Gruppe Nahrungsmittel), Mitarbeiter der allgemeinen Bäcker- und Conditor-Zeitung in Stuttgart. Mit 43 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

CXXVI. Band. **Praktische Anleitung zur Schriftmalerei** mit besonderer Berücksichtigung der Construction und Berechnung von Schriften für bestimmte Flächen, sowie der Herstellung von Glas-Glanzvergoldung und Versilberung für Glasfirmentafeln ꝛc. Nach eigenen praktischen Erfahrungen bearbeitet von Robert Hagen. Mit 18 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. = 1 M. 80 Pf.

CXXVII. Band. **Die Meiler- und Retorten-Verkohlung.** Die liegenden und stehenden Meiler. Die gemauerten Holzverkohlungs-Oefen und die Retorten-Verkohlung. Ueber Kiefer-, Kien- und Buchenholztheer-Erzeugung, sowie Birkentheer-Gewinnung. Die technisch-chemische Bearbeitung der Nebenproducte der Holzverkohlung, wie Holzessig, Holzgeist und Holztheer. Die Rothsalz-Fabrikation, das schwarze und graue Rothsalz. Die Holzgeist-Erzeugung und die Verarbeitung des Holztheers auf leichte und schwere Holztheeröle, sowie die Erzeugung des Holztheerparaffins und Verwerthung des Holztheerpeches. Nebst einem Anhang: Ueber die Rußfabrikation aus harz. Hölzern, Harzen, harz. Abfällen und Holztheerölen. Ein Handbuch f. Herrschaftsbesitzer, Forstbeamte, Fabrikanten, Chemiker, Techniker u. Praktikanten. Nach den neuest. Erfahrung. prakt. u. wissenschaftl. bearb. von Dr. Georg Thenius, Chemiker u. Techniker in Wr.-Neustadt Mit 80 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXXVIII. Band. **Die Schleif-, Polir- und Putzmittel** für Metalle aller Art, Glas, Holz, Edelsteine, Horn, Schildpatt, Perlmutter, Steine ꝛc., ihr Vorkommen, ihre Eigenschaften, Herstell. u. Verwend., nebst Darstell. d. gebräuchlichsten Schleifvorrichtung. Ein Handbuch für techn. u. gewerbl. Schulen, Eisenwerke, Maschinenfabriken, Glas-, Metall- u. Holz-Industrielle, Gewerbetreibende u. Kaufleute. Von Vict. Wahlburg. Mit 66 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXXIX. Band. **Lehrbuch der Verarbeitung der Naphtha** oder des Erdöles auf Leuchte und Schmieröle. Von F. A. Roßmäßler. Mit 25 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

CXXX. Band. **Die Zinkätzung** (Chemigraphie, Zinkotypie). Eine faßliche Anleit. nach d. neuesten Fortschritten alle in d. bekannten Manieren auf Zink o. ein anderes Metall übertrag. Bilder hoch zu ätzen u. f. d. typograph. Presse geeig. Druckplatten herzustellen. Von J. Husnik, k. k. Prof. am I. Staats-Realgymn. in Prag. Mit 16 Abbild. und 4 Taf. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXXXI. Band. **Die Fabrikation der Kautschuk- und Leimmasse-Typen, Stempel und Druckplatten, sowie die Verarbeitung des Korkes und der Korkabfälle.** Darstellung der Fabrikation von Kautschuk- und Leimmasse-Typen und Stempel, der Celluloid-Stampiglien, der hiezu gehörigen Apparate, Vorrichtungen, der erforderlichen Stempelfarben, der Buch- und Steindruckwalzen, Fladerdruckplatten, elastischen Formen für Stein- und Gypsguß; ferner der Gewinnung, Eigenschaften und Verarbeitung des Korkes zu Pfropfen, der hierbei resultirenden Abfälle zu künstlichen Pfropfen, Korksteinen ꝛc. Von August Stefan. Mit 65 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXXXII. Band. **Das Wachs und seine technische Verwendung.** Darstellung der natürlichen animalischen und vegetabilischen Wachsarten, des Mineralwachses (Ceresin), ihrer Gewinnung, Reinigung, Verfälschung und Anwendung in der Kerzenfabrikation, zu Wachsblumen u. Wachsfiguren, Wachspapier, Salben u. Pasten, Pomaden, Farben, Lederschmieren, Fußbodenwichsen u. vielen anderen techn. Zwecken. Von Ludwig Sedna. Mit 33 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

CXXXIII. Band. **Asbest und Feuerschutz.** Enthaltend: Vorkommen, Verarbeitung und Anwendung des Asbestes, sowie den Feuerschutz in Theatern, öffentlichen Gebäuden u. s. w., durch Anwendung von Asbestpräparaten, Imprägnirungen und sonstigen bewährten Vorkehrungen. Von Wolfgang Venerand. Mit 47 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CXXXIV. Band. **Die Appreturmittel und ihre Verwendung.** Darnellung aller in der Appretur verwendeten Hilfsstoffe, ihrer spec. Eigenschaften, d. Zubereitung zu Appreturmassen u. ihrer Verwend. z. Appretiren v. leinenen, baumwollenen, seidenen u. wollenen Geweben; feuersichere u. wasserdichte Appreturen u. d. hauptsächl. maschinellen Vorrichtung. Ein Hand- u. Hilfsb. f. Appreteure, Drucker, Färber, Bleicher, Wäschereien. Von F. Polleyn. Mit 38 Abb. 25 Bg. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXXXV. Band. **Die Fabrikation von Rum, Arrak und Cognac** und allen Arten von Obst- und Früchtenbranntweinen, sowie die Darstellung der besten Nachahmungen von Rum, Arrak, Cognac, Pflaumenbranntwein (Slibowitz), Kirschwasser u. s. w. Nach eigenen Erfahrungen geschildert von August Gaber, gepr. Chemiker u. prakt. Destillateur. M. 45 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXXXVI. Band. **Handb. d. prakt. Seifen-Fabrikat.** Von Alwin Engelhardt. I. Band. Die in der Seifen-Fabrikat. angewend. Rohmaterialien, Maschinen und Geräthschaften. Mit 66 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CXXXVII. Band. **Handb. d. prakt. Seifen-Fabrikat.** Von Alwin Engelhardt. II. Band. Die gesammte Seifen-Fabrikation nach dem neuesten Standpunkte der Praxis u. Wissenschaft. Mit 30 Abbild. 33 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CXXXVIII. Band. **Handbuch der praktischen Papier-Fabrikation.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Erster Band: Die Herstellung des Papiers aus Hadern auf der Papiermaschine. Mit 166 Abbild. u. mehr. Tafeln. 30 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark. (Siehe auch die Bände 141, 142.)

CXXXIX. Band. **Die Filter für Haus und Gewerbe.** Eine Beschreibung der wichtigsten Sand-, Gewebe-, Papier-, Kohle-, Eisen-, Stein-, Schwamm- u. s. w. Filter u. der Filterpressen. Mit besond. Berücksichtigung d. verschied. Verfahren zur Untersuchung, Klärung u. Reinigung d. Wassers u. d. Wasserversorgung von Städten. Für Behörden, Fabrikanten, Chemiker, Techniker, Haushaltungen u. s. w. bearbeitet von Richard Krüger. Ingenieur, Lehrer an den techn. Fachschulen der Stadt Buxtehude bei Hamburg. Mit 72 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CXL. Band. **Blech und Blechwaaren.** Prakt. Handbuch f. die gesammte Blechindustrie, f. Hüttenwerke, Constructions-Werkstätten, Maschinen- u. Metallwaaren-Fabriken, sowie f. d. Unterricht an technischen u. Fachschulen. Von Eduard Japing, Ingenieur u. Redacteur. Mit 125 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. = 5 M. 40 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

CXLI. Band. **Handbuch der praktischen Papier-Fabrikation.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. In drei Bänden.

Zweiter Band. Die Ersatzmittel der Hadern. Mit 114 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. fl. 90 kr. = 4 Mark. (Siehe auch Band 138 und 142.)

CXLII. Band. Dritter Band. Anleitung zur Untersuchung der in der Papier-Fabrikation vorkommenden Rohproducte. Mit 28 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf. (Siehe auch Band 138 und 141.)

CXLIII. Band. **Wasserglas und Infusorienerde, deren Natur und Bedeutung für Industrie, Technik und die Gewerbe.** Von Hermann Krätzer. Mit 32 Abbild. 13 Bog 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXLIV. Band. **Die Verwerthung der Holzabfälle.** Eingehende Darstellung der rationellen Verarbeitung aller Holzabfälle, namentlich der Sägespäne, ausgenützten Farbhölzer und Gerberrinden als Heizungsmaterialien, zu chemischen Producten, zu künstlichen Holzmassen, Explosivstoffen, in der Landwirthschaft als Düngemittel und zu vielen anderen technischen Zwecken. Ein Handbuch für Waldbesitzer, Holzindustrielle, Landwirthe 2c. 2c. Von Ernst Hubbard. Mit 35 Abbild. 4 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CXLV. Band. **Die Malz-Fabrikation.** Eine Darstellung der Bereitung von Grün-, Luft- u. Darrmalz nach den gewöhnl. u. d. verschiedenen mechan. Verfahren. Von Karl Weber. Mit 77 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CXLVI. Band. **Chemisch-technisches Receptbuch für die gesammte Metall-Industrie.** Eine Sammlung ausgewählter Vorschriften für die Bearbeitung aller Metalle, Decoration u. Verschönerung daraus gefertigter Arbeiten, sowie deren Conservirung. Ein unentbehrl. Hilfs- u. Handbuch für alle Metall verarbeitenden Gewerbe. Von Heinrich Bergmann. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CXLVII. Band. **Die Gerb- und Farbstoff-Extracte.** Von Dr. Stanislaus Mierzinski. Mit 59 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CXLVIII. Band. **Die Dampf-Brauerei.** Eine Darstellung des gesammten Brauwesens nach dem neuesten Stande des Gewerbes. Mit besond. Berücksichtigung der Dickmaisch- (Decoctions-) Brauerei nach bayrischer, Wiener und böhmischer Braumethode und des Dampfbetriebes. Für Praktiker geschildert von Franz Cassian, Brauereileiter. Mit 55 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

CXLIX. Band. **Praktisches Handbuch für Korbflechter.** Enthaltend die Zurichtung der Flechtweiden und Verarbeitung derselben zu Flechtwaaren, die Verarbeitung des spanischen Rohres, des Strohes, die Herstellung von Spartériewaaren, Strohmatten und Rohrdecken, das Bleichen, Färben, Lackiren und Vergolden der Flechtarbeiten, das Bleichen und Färben des Strohes u. s. w. Von Louis Edgar Andés. Mit 82 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CL. Band. **Handbuch der praktischen Kerzen-Fabrikation.** Von Alwin Engelhardt. Mit 58 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CLI. Band. **Die Fabrikation künstlicher plastischer Massen,** sowie der künstlichen Steine, Kunststeine, Stein- und Cementgüsse. Eine ausführliche Anleitung zur Herstellung aller Arten künstlicher plastischer Massen aus Papier, Papier- und Holzstoff, Cellulose, Holzabfällen, Gyps, Kreide, Leim, Schwefel, Chlorzink und vielen anderen, bis nun wenig verwendeten Stoffen, sowie des Stein- und Cementgusses unter Berücksichtigung der Fortschritte bis auf die jüngste Zeit. Von Johannes Höfer. Mit 44 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLII. Band. **Die Färberei à Kessort und das Färben der Schmuckfedern.** Leichtfaßliche Anleitung, gewebte Stoffe aller Art neu zu färben oder umzufärben und Schmuckfedern zu appretiren und zu färben. Von Alfred Brauner. Mit 18 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLIII. Band. **Die Brillen, das dioptrische Fernrohr und Mikroskop.** Ein Handbuch für praktische Optiker von Dr. Carl Neumann. Nebst einem Anhange, enthaltend die Burow'sche Brillen-Scala und das Wichtigste aus dem Productions- und Preisverzeichnisse der Glasschmelzerei für optische Zwecke von Schott & Gen in Jena. Mit 95 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLIV. Band. **Die Fabrikation der Silber- und Quecksilber-Spiegel** oder das Belegen der Spiegel auf chemischem und mechanischem Wege. Von Ferdinand Cremer. Mit 37 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLV. Band. **Die Technik der Radirung.** Eine Anl. z. Radiren u. Aetzen auf Kupfer. Von J. Roller, k. k. Professor. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLVI. Band. **Die Herstellung der Abziehbilder** (Metachromatypie, Decalcomanie) der Blech- und Transparentdrucke nebst der Lehre der Uebertragungs-, Um- u. Ueberdruckverfahren. Von Wilhelm Langer. Mit 8 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLVII. Band. **Das Trocknen, Bleichen, Färben, Bronziren und Vergolden natürlicher Blumen und Gräser** sowie sonstiger Pflanzentheile und ihre Verwendung zu Bouquets, Kränzen und Decorationen. Ein Handbuch für praktische Gärtner, Industrielle, Blumen- und Bouquetsfabrikanten. Auf Grund langjähriger praktischer Erfahrungen zusammengestellt von W. Braunsdorf. Mit 4 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLVIII. Band. **Die Fabrikation der deutschen, französischen und englischen Wagen-Fette.** Leichtfaßlich geschildert für Wagenfett-Fabrikanten, Seifen-Fabrikanten, für Interessenten der Fett- und Oelbranche. Von Hermann Krätzer. Mit 24 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLIX. Band. **Haus-Specialitäten.** Von Adolf Vomáčka. Mit 12 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

CLX. Band. **Betrieb der Galvanoplastik mit dynamo-elektrischen Maschinen** zu Zwecken der graphischen Künste von Ottomar Volkmer. Mit 47 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. ge 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXI. Band. **Die Rübenbrennerei.** Dargestellt nach den praktischen Erfahrungen der Neuz von Hermann Briem. Mit 14 Abbild. und einem Situationsplane. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mar

CLXII. Band. **Das Aetzen der Metalle für kunstgewerbliche Zwecke.** Nebst ein Zusammenstellung der wichtigsten Verfahren zur Verschönerung geätzter Gegenstände. Nach eigen Erfahrungen unter Benützung der besten Hilfsmittel bearbeitet von H. Schuberth. Mit 24 Abbil 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CLXIII. Band. **Handbuch der praktischen Toiletteseifen-Fabrikation.** Praktisc Anleitung zur Darstellung aller Sorten von deutschen, englischen und französischen Toiletteseifen, sow der medicinischen Seifen, Glycerinseifen und der Seifenspecialitäten. Unter Berücksichtigung der hier in Verwendung kommenden Rohmaterialien, Maschinen und Apparate. Von Alwin Engelhardt. M 107 Abbildungen. 31 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 80 kr. = 6 Mark.

CLXIV. Band. **Praktische Herstellung von Lösungen.** Ein Handbuch zum raschen u sicheren Auffinden der Lösungsmittel aller technisch und industriell wichtigen festen Körper, sowie z Herstellung von Lösungen solcher Stoffe für Techniker und Industrielle. Von Dr. Theodor Kolle Mit 16 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CLXV. Band. **Der Gold- und Farbendruck** auf Calico, Leder, Leinwand, Papie Sammet, Seide und andere Stoffe. Ein Lehrbuch des Hand- und Preßvergoldens, sowie des Farbe und Bronzedruckes. Nebst Anhang: Grundriß der Farbenlehre und Ornamentik. Zum Gebrauche f Buchbinder, Hand- und Preßvergolder, Lederarbeiter und Buntpapierdrucker mit Berücksichtigung der neueste Fortschritte und Erfahrungen bearbeitet von Eduard Grosse. Mit 102 Abbild. 18 Bog. 8. Ge 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXVI. Band. **Die künstlerische Photographie.** Nebst einem Anhange über d Beurtheilung und technische Behandlung der Negative photographischer Porträte und Landschaften, sow über die chemische und artistische Retouche, Momentaufnahmen und Magnesiumblitzbilder. Ba C. Schiendl. Mit 38 Abbild. und einer Lichtdrucktafel. 22 Bog. 8. Geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 P

CLXVII. Band. **Die Fabrikation der nichttrübenden ätherischen Essenzen un Extracte.** Vollständige Anleitung zur Darstellung der sogenannten extrastarken, in 50%igem Spr löslichen ätherischen Oele, sowie der Mischungs-Essenzen, Extract-Essenzen, Frucht-Essenzen und de Fruchtäther. Nebst einem Anhange: Die Erzeugung der in der Liqueur-Fabrikation zur Anwendun kommenden Farbtincturen. Ein Handbuch für Fabrikanten, Materialwaarenhändler und Kaufleute. Au Grundlage eigener Erfahrungen praktisch bearbeitet von Heinrich Popper. Mit 15 Abbild. 18 Bog 8. Geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

CLXVIII. Band. **Das Photographiren.** Ein Rathgeber für Amateure und Fachphotographe bei Erlernung und Ausübung dieser Kunst. Mit Berücksichtigung der neuesten Erfindungen und Ver besserungen auf diesem Gebiete. Herausgegeben von J. F. Schmid. Mit 54 Abbild. und einer Farbe druck-Beilage. 19 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXIX. Band. **Oel- und Buchdruckfarben.** Praktisches Handbuch für Firniß- und Farben fabrikanten enthaltend das Reinigen und Bleichen des Leinöles nach verschiedenen Methoden, Nach weisung der Verfälschungen desselben sowie der Leinölfirnisse und der zu Farben verwendeten Körper ferner die Fabrikation der Leinölfirnisse, der Oel- und Firnißfarben für Anstriche jeder Art, der Kunst ölfarben (Malerfarben), der Buchdruckfirnisse, der Flamm- und Lampenruße, der Buchdruckschwärze und bunten Druckfarben, nebst eingehender Beschreibung aller maschinellen Vorrichtungen. Unter Zugrunde legung langjähriger eigener Erfahrungen und mit Benützung aller seitherigen Neuerungen und Erfindungen leichtfaßlich dargestellt von Louis Edgar Andés, Lack- und Firnißfabrikant. Mi 56 Abbild. 19 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXX. Band. **Chemie für Gewerbetreibende.** Eine Darstellung der Grundlehren de chemischen Wissenschaft und deren Anwendung in den Gewerben. Von Dr. Friedrich Rottner. Mi 70 Abbild. 33 Bog. 8. Geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CLXXI. Band. **Theoretisch-praktisches Handbuch der Gas-Installation.** Vo D. Coglievina, Ingenieur. Mit 70 Abbild. 28 Bog. 8. Geh. 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf.

CLXXII. Band. **Die Fabrikation und Raffinirung des Glases.** Genaue, übersicht liche Beschreibung der gesammten Glasindustrie, wichtig für den Fabrikanten, Raffineur, als auch fü das Betriebsaufsichtspersonal, mit Berücksichtigung der neuesten Errungenschaften auf diesem Gebiete un auf Grund eigener, vielseitiger, praktischer Erfahrungen bearbeitet von Wilhelm Mertens. Mi 86 Abbild. 27 Bog. 8. Geh. 3 fl. = 5 M. 40 Pf.

CLXXIII. Band. **Die internationale Wurst- und Fleischwaaren-Fabrikation.** Nac den neuesten Erfahrungen bearbeitet von Nicolaus Merges. Mit 29 Abbild. 13 Bog. 8. Geh 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLXXIV. Band. **Die natürlichen Gesteine,** ihre chemisch-mineralogische Zusammensetzung, Gewinnung, Prüfung, Bearbeitung und Conservirung. Für Architekten, Bau- und Bergingenieure, Baugewerks- und Steinmetzmeister, sowie für Steinbruchbesitzer, Baubehörden u. s. w. Von Richard Krüger, Bauingenieur. Erster Band. Mit 7 Abbild. 18 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXXV. Band. **Die natürlichen Gesteine** u. s. w. Von Richard Krüger. Zweiter Band. Mit 109 Abbild. 20 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

CLXXVI. Band. **Das Buch des Conditors** oder Anleitung zur praktischen Erzeugung der verschiedensten Artikel aus dem Conditoreifache. Buch für Conditore, Hotels, große Küchen und für das Haus, enthält 589 der vorzüglichsten Recepte von allen in das Conditoreifach einschlagenden Artikeln. Von Franz Urban, Conditor. Mit 37 Tafeln. 30 Bog. 8. Geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CLXXVII. Band. **Die Blumenbinderei in ihrem ganzen Umfange.** Die Herstellung sämmtlicher Bindereiartikel und Decorationen, wie Kränze, Bouquets, Guirlanden 2c. Ein Handbuch für praktische Gärtner, Industrielle, Blumen- und Bouquetsfabrikanten. Auf wissenschaftlichen und praktischen Grundlagen bearbeitet von W. Braunsdorf. Mit 61 Abbild. 20 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXXVIII. Band. **Chemische Präparatenkunde.** Handbuch der Darstellung und Gewinnung der am häufigsten vorkommenden chemischen Körper. Für Techniker, Gewerbetreibende und Industrielle. Von Dr. Theodor Koller. Mit 20 Abbild. 25 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXXIX. Band. **Das Gesammtgebiet der Vergolderei**, nach den neuesten Fortschritten und Verbesserungen. Die Herstellung von Decorationsgegenständen aus Holz, Steinpappe, Gußmasse; ferner die Anleitung zur echten und unechten Glanz- und Mattvergoldung von Holz, Eisen, Marmor, Sandstein, Glas u. s. w., sowie zum Versilbern, Bronziren und Faßmalen und der Herstellung von Holz-, Cuivre poli-, Porzellan- und Majolika-Imitation. Die Fabrikation und Verarbeitung der Leisten. Von Otto Rentzsch. Vergolder. Mit 70 Abbild. 15 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXXX. Band. **Praktischer Unterricht in der heutigen Putzfedernfärberei**, Lappenfärberei mit Küpenführung und chemische und Naßwäscherei. Von Louis Lau, praktischer Färbermeister. 12 Bog. 8. Geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLXXXI. Band. **Taschenbuch bestbewährter Vorschriften für die gangbarsten Handverkaufsartikel der Apotheken und Drogenhandlungen.** Unter Mitarbeiterschaft Th. Kindermanns verfaßt von Ph. Mr. Adolf Bomaček. 8 Bog. 8. Geh. 80 kr. = 1 M. 50 Pf.

CLXXXII. Band. **Die Herstellung künstlicher Blumen und Pflanzen aus Stoff und Papier.** 1. Band: Die Herstellung der einzelnen Pflanzentheile, wie: Laub-, Blumen- und Kelchblätter, Staubfäden und Pistille. Ein Handbuch für Blumenarbeiterinnen, Modistinnen, Blumen- und Bouquetfabrikanten. Unter Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf diesem Gebiete bearbeitet von W. Braunsdorf. Mit 110 Abbild. 19 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXXXIII. Band. **Die Herstellung künstlicher Blumen und Pflanzen aus Stoff und Papier.** 2. Band. Die Herstellung künstlicher Blumen, Gräser, Palmen, Farrenkräuter, Blattpflanzen und Früchte. Ein Handbuch für Blumenarbeiterinnen, Modistinnen, Blumen- und Bouquetfabrikanten. Unter Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf diesem Gebiete bearbeitet von W. Braunsdorf. Mit 50 Abbild. 19 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXXXIV. Band. **Die Praxis der Anilin-Färberei und Druckerei auf Baumwollwaaren.** Enthaltend die in neuerer und neuester Zeit in der Praxis in Aufnahme gekommenen Herstellungsmethoden: Echtfärberei mit Anilinfarben, das Anilinschwarz und andere auf der Faser selbst zu entwickelnde Farben. Anwendung der Anilinfarben zum Zeugdruck. Von W. H. Soxhlet, Färberei-Chemiker. Mit 13 Abbild. 26 Bog. 8. Geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CLXXXV. Band. **Die Untersuchung von Feuerungs-Anlagen.** Eine Anleitung zur Anstellung von Heizversuchen von Hans Freiherr Jüptner v. Jonstorff, Correspondent der k. geologischen Reichsanstalt, Chemiker der Oesterr. alpinen Montangesellschaft 2c. Mit 49 Abbild. 14 Bog. 8. Geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CLXXXVI. Band. **Die Cognac- u. Weinsprit-Fabrikation**, sowie die Trester- u. Hefebranntwein-Brennerei. Von Ant. dal Piaz. Mit 37 Abbild. 12 Bog. 8. Geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLXXXVII. Band. **Das Sandstrahl-Gebläse im Dienste der Glasfabrikation.** Genaue übersichtliche Beschreibung des Mattirens und Verzierens der Hohl- und Tafelgläser mittelst des Sandstrahles, unter Zuhilfenahme von verschiedenartigen Schablonen u. Umdruckverfahren m. genauer Skizzirung aller neuesten Apparate und auf Grund eigener, vielseitiger und praktischer Erfahrungen verfaßt von Wilhelm Mertens. Mit 27 Abbild. 7 Bog. 8. Geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

CLXXXVIII. Band. **Die Steingutfabrikation.** Für die Praxis bearbeitet von Gustav Steinbrecht. Mit 86 Abbild. 16 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXXXIX. Band. **Die Fabrikation der Leuchtgase** nach den neuesten Forschungen. Ueber Stein- und Braunkohlen-, Torf-, Holz-, Harz-, Oel-, Petroleum-, Schiefer-, Knochen-, Walkfett- und den neuesten Wasser- und carbonisirten Leuchtgasen. Verwerthung der Nebenproducte, wie alle Leuchtgastheere, Leuchtgastheeröle, Ammoniakwässer, Coke und Retortenrückstände. Nebst einem Anhange: Ueber die Untersuchung der Leuchtgase nach den neuesten Methoden. Ein Handbuch für Gasanstalten Ingenieure, Chemiker und Fabrikanten. Von Dr. Georg Thenius in Wr.-Neustadt. Mit 155 Abbild. 40 Bog. 8. Geh. 4 fl. 40 kr. = 8 Mark.

CLXXXX. Band. **Anleitung zur Bestimmung des wirksamen Gerbstoffes** in den Naturgerbstoffen 2c. Von Carl Scherk. 6 Bog. 8. Geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

CLXXXXI. Band. **Die Farben zur Decoration von Steingut, Fayence und Majolika.** Eine kurze Anleitung zur Bereitung der farbigen Glasuren auf Hartsteingut, Fayence und auf ordinärem Steingut, Majolika, der Farbflüsse, der Farbkörper, Unterglasurfarben, Aufglasurfarben, für feingelbe Fayencen, sog. Steingutschraffeuer-Farben, Majolikafarben 2c., sowie kurze Behandl. sämmtl. zur Bereitung nöthigen Rohmaterialien. Bearbeitet von C. B. Swoboda. 9 Bog. 8. Geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLXXXXII. Band. **Das Ganze der Kürschnerei.** Gründliches Lehrbuch alles Wissenswerthen über Waarenkunde, Zurichterei, Färberei und Bearbeitung der Pelzfelle. Von Paul Cubaeus, praktischer Kürschnermeister. Mit 72 Abbild. 28 Bog. 8. Geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

Digitized by Google

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

CLXXXIII. Band. **Die Champagner-Fabrikation und Erzeugung imprägnirter Schaumweine.** Von Ant. dal Piaz. Oenotechn. Mit 63 Abb. 18 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mk.

CLXXXIV. Band. **Die Negativ-Retouche nach Kunst- und Naturgesetzen.** Mit besonderer Berücksichtigung der Operation: (Beleuchtung, Entwicklung, Exposition) und des zu photographirenden Publicums. Ein Lehrbuch der künstlerischen Retouche für Berufsphotographen und Retoucheure. Von Hans Arnold, Photograph. Mit 52 Abbild. 34 Bog. 8. Geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mk.

CLXXXV. Band. **Die Vervielfältigungs- und Copir-Verfahren** nebst den dazu gehörigen Apparaten und Utensilien. Nach praktischen Erfahrungen und Ergebnissen dargestellt von Dr. Theodor Koller. Mit 23 Abbild. 16 Bog. 8. Geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLXXXVI. **Die Kunst der Glasmasse-Verarbeitung.** Genaue übersichtliche Beschreibung der Herstellung aller Glasgegenstände, nebst Skizzirung der wichtigsten Stadien, welche die einzelnen Gläser bei ihrer Erzeugung durchzumachen haben. Nach eigener, langjähriger Praxis beschrieben und illustrirt von Franz Fischer. Mit 277 Abbild. 11 Bogen. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CLXXXVII. Band. **Die Kattun-Druckerei.** Ein praktisches Handbuch der Bleicherei, Färberei, Druckerei und Appretur der Baumwollgewebe. Unter Berücksichtigung der neuesten Erfindungen und eigenen, langjähr. Erfahrungen herausgegeben v. B. F. Wharton, Colorist u. H. Soxhlet, Chemiker. Mit 30 gedruckten Kattunproben, deren genaue Herstellung im Texte des Buches enthalten ist, und 39 Abbildungen der neuesten Maschinen, welche heute in der Kattun-Druckerei Verwendung finden. 25 Bog. 8. Geh. 4 fl. = 7 Mark 20 Pf.

CLXXXVIII. Band. **Die Herstellung künstlicher Blumen** aus Blech, Wolle, Band, Wachs, Leder, Federn, Chenille, Haaren, Perlen, Fischschuppen, Muscheln, Moos und anderen Stoffen. Praktisches Lehr- und Handbuch für Modistinnen, Blumenarbeiterinnen und Fabrikanten. Mit Benützung der neuesten und bewährtesten Hilfsmittel und unter Berücksichtigung aller Anforderungen der Gegenwart geschildert von W. Braunsdorf. Mit 30 Abbild. 14 Bog. 8. Geh. 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

CLXXXIX. Band. **Praktischer Unterricht in der heutigen Wollenfärberei.** Enthaltend Wäscherei und Carbonisirung, Alizarin-, Holz-, Säure-, Anilin- und Waidküpen-Färberei für lose Wolle, Garne und Stücke. Von Louis Lau und Alwin Hampe, praktische Färbermeister. 12 Bog. 8. Geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

CC. Band. **Die Fabrikation der Stiefelwichse und der Lederconservirungsmittel.** Praktische Anleitung zur Herstellung von Stiefel- und Schuhwichsen, Lederappreturen, Lederlacken, Lederschwärzen, Lederfalben, Lederfetten, Oberleder- und Sohlenconservirungsmitteln u. s. w., u. s. w. Für Fußbekleidungen, Riemenzeug, Pferdegeschirre, Lederwerk und Wagen, Militär-Ausrüstungsgegenstände u. s. w. Von L. E. Andés. Mit 19 Abbild. 18 Bog. 8. Geh. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

CCI. Band. **Fabrikation, Berechnung und Visiren der Fässer, Bottiche u. anderer Gefäße.** Hand- u. Hilfsbuch f. Böttcher, Binder u. Faßfabrikanten, Büttner, Schäffler, Küfer, Küper u. A. Von Otto Voigt. Mit 104 Abbild. u. vielen Tabellen. 22 Bog. 8. Geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CCII. Band. **Die Technik der Bildhauerei** oder Theoret.-prakt. Anleitung zur Hervorbringung plastischer Kunstwerke. Zur Selbstbelehrung sowie zur Benützung in Kunst- u. Gewerbeschulen. Von Eduard Uhlenhuth, Bildhauer des Friedrich-Denkmals in Bromberg ꝛc. ꝛc. Mit 33 Abbild. 11 Bog. 8. Geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

CCIII. Band. **Das Gesammtgebiet der Photokeramik** oder sämmtliche photographische Verfahren zur praktischen Darstellung keramischer Decorationen auf Porzellan, Fayence, Steingut und Glas. Von J. Kißling. Mit 12 Abbild. 8 Bog. 8. Geh. 1 fl. 10 kr. = 2 Mark.

CCIV. Band. **Die Fabrikation des Rübenzuckers.** Ein Hilfs- und Handbuch für die Praxis und den Selbstunterricht, umfassend: die Darstellung von Roh- und Consumzucker, Raffinade und Candis. Die Entzuckerungsverfahren der Melasse, sowie die Verwerthung der Abfallproducte der Zuckerfabrikation. Unter besonderer Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Zuckertechnik verfaßt von Dr. Ernst Steydn, techn. Chemiker. Mit 90 Abbild. 22 Bogen. 8. Geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

CCV. Band. **Vegetabilische und Mineral-Maschinenöle** (Schmiermittel) deren Fabrikation, Raffinirung, Entsäuerung, Eigenschaften und Verwendung. Ein Handbuch für Fabrikanten und Consumenten von Schmierölen. Nach dem neuesten Stande dieses höchst wichtigen Industriezweiges von Louis Edgar Andés. Mit 61 Abbild. 26 Bog. 8. Geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.

CCVI. Band. **Die Untersuchung des Zuckers und zuckerhaltiger Stoffe,** sowie der Hilfsmaterialien der Zuckerindustrie. Dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft entsprechend dargestellt von Dr. Ernst Steydn, techn. Chemiker. Mit 93 Abbild. 27 Bog. 8. Geh. 2 fl. 75 kr. = 5 Mark.

CCVII. Band. **Die Technik der Verbandstoff-Fabrikation.** Ein Handbuch der Herstellung und Fabrikation der Verbandstoffe, sowie der Antiseptica und Desinfectionsmittel auf neuester wissenschaftlicher Grundlage für Techniker, Industrielle und Fabrikanten. Von Dr. Theodor Koller. Mit 17 Abbild. 25 Bog. 8.

Jeder Band ist einzeln zu haben. In eleganten Ganzleinwandbänden, Zuschlag pro Band 45 Kr. = 80 Pf. zu den oben bemerkten Preisen.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Die Unterſuchung

des

Zuckers

und

Zuckerhaltiger Stoffe.

Digitized by Google

Digitized by Google

Hartleben's Chem.-techn. Bibliothek

Die Untersuchung
des
Zuckers
und
Zuckerhaltiger Stoffe
sowie der
Hilfsmaterialien der Zuckerindustrie.

Dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft entsprechend dargestellt

von

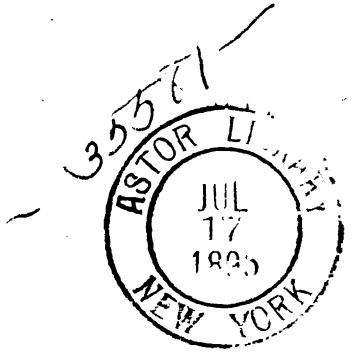
Dr. Ernst Steyda
technischer Chemiker.

Mit 93 Abbildungen.

Wien. Pest. Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.
1893.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Digitized by Google



Druck von Friedrich Jasper in Wien.

Digitized by Google

Vorwort.

J. Robert, der Vater der modernen Zuckerindustrie, sprach einst das Wort: »Der Chemiker ist die Seele der Fabrik«. Dieser Satz hat sich im Laufe der Jahre immer mehr und mehr bewahrheitet, denn nur auf Grund der sorgfältigen und mühevollen Arbeit des Fabrikschemikers ist die rationelle Führung einer Zuckerfabrik möglich.

Es war nun das Bestreben des Verfassers, ein Handbuch für den Gebrauch in den Laboratorien der Zuckerfabriken zu schaffen, in welchem nicht nur die besten Methoden, deren es ja eine große Zahl giebt, übersichtlich zusammengestellt und klar beschrieben sind, sondern welches auch die Eigenschaften der für die Zuckerfabrikation wichtigen Zuckerarten in präciser Darstellung enthält, denn die Bestimmung des Zuckers basirt nur auf dem chemischen Verhalten der Zuckerarten.

Eingehende Würdigung fanden auch die Hilfsstoffe der Zuckerfabrikation; deren Verhalten und normale Beschaffen-

Digitized by Google

heit, sowie deren Analyse nach Möglichkeit ausführlich behandelt erscheint.

Der Verfasser hegt den Wunsch, daß dieses Buch demnach nicht nur dem angehenden Zuckertechniker ein Führer und Wegweiser sein möge, sondern daß sich auch der Praktiker aus demselben über die neuesten, wissenschaftlich begründeten Untersuchungsverfahren informiren und stets daraus in allen Fällen Rath erholen könne.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Vorwort V

I. Theil.

Eigenschaften der Zuckerarten und allgemeine Methoden zur quantitativen Bestimmung.

Erster Abschnitt.

Die Zuckerarten 3

(Mit Fig. 1.)

Entstehung in den Pflanzen. — Kohlenhydrate. — Allgemeine Eigenschaften derselben. — Eintheilung.

I. Der Rohrzucker 5

Vorkommen. — Krystallform. — Löslichkeit nach Herzfeld. — Caramelisirung. — Siedepunkt von Zuckerlösungen. — Verhalten gegen Oxydationsmittel. — Saccharate. — Gährung. — Inversion. — Dextran. — Optisches Verhalten. — Reactionen der Saccharose.

II. Die Dextrose 14

Vorkommen. — Löslichkeit. — Reductionserscheinungen. — Gährung. — Optisches Verhalten. — Birotation. — Reactionen der Dextrose.

III. Die Lävulose 17

Vorkommen. — Optisches Verhalten.

Digitized by Google

Seite

IV. Der Invertzucker 18

Entstehung. — Vorkommen. — Specifisches Gewicht wässeriger Invertzuckerlösungen. — Verhalten gegenüber Kalk. — Optisches Verhalten.

V. Die Raffinose 20

Vorkommen. — Reductionsvermögen. — Optisches Verhalten.

Zweiter Abschnitt.

Die analytischen Methoden zur Bestimmung der Zuckerarten 22

(Mit Fig. 2—53.)

Bestimmung der Saccharose. — Methoden. — Bestimmung des Invertzuckers. — Bestimmung der Raffinose.

I. Die Polarisations-Methode 24

A. Polarisation und Polarisations-Apparate 24

Wesen der Polarisation. — Polarisation des Lichtes durch Reflexion. — Polarisation des Lichtes durch doppelte Brechung. — Nicol'sches Prisma. — Verhalten des polarisirten Lichtstrahls. — Polarisator. — Analysator. — Specifisches Drehungsvermögen. — Circular- oder Kreispolarisation. — Polarisationsapparate. — Polaristrobometer und Saccharometer.

α. Polaristrobometer 35

Mitscherlich's Polarisationsapparat. — Einrichtung. — Gebrauch. — Polaristrobometer von Wild. — Interferenzstreifen. — Gebrauch. — Halbschattenapparate von Jellet, Cornu und Laurent. — Apparat von Cornu. — Apparat nach Laurent. — Apparat nach Landolt-Lippich.

β. Saccharometer 48

Princip. — Saccharometer von Soleil-Ventzke-Scheibler. — Theile des Apparates. — Uebergangsfarbe. — Nullpunkt. — Construction von Schmidt und Haensch. — Normalgewicht. — Correctionstabelle nach Schmitz und Tollens. — Nonius. — Halbschattenapparat Jellet-Cornu. — Apparate mit doppelter Keilcompensation. — Apparate mit beschränkter Scala, — nach Stammer, — nach Strohmer. — Soleil-Dubosque'sches Instrument. — Normalgewicht. — Wild'sches Polaristrobometer und Laurent'scher Apparat mit Zuckerscala. — Umrechnung der Drehungsbeträge der verschiedenen Polarisationsapparate.

Digitized by Google

Seite

B. Polarisationsrohre, Deckgläschen und Beleuchtungsapparate. 66

Polarisationsrohre. — Länge. — Rohre für Polarisation bei bestimmter Temperatur. — Controle der Länge. — Deckgläschen. — Ermittlung der optischen Inactivität. — Beleuchtungsapparate. — Lampe für Natriumlicht. — Hink'sche Gastriplexlampe. — Auer'sches Gaslicht. — Zirkonlicht. — Elektrisches Glühlicht. — Aufstellung der Beleuchtungsapparate.

C. Prüfung, Justirung und Reinigung der Polarisationsapparate 75

Stellung des Nicols. — Control-Beobachtungsröhren nach Schmidt und Haensch. — Normalquarzplatten. — Farbenempfindlichkeit des Auges.

II. Die aräometrische Zuckerbestimmung 81

Specifisches Gewicht.

1. Ermittlung des specifischen Gewichtes mittelst des Saccharometers 82

Einrichtung desselben. — Balling-Spindel, — Beaumè-Spindel. — Vornahme der Spindelungen. — Meniscus. — Berichtigung der Procente Balling nach der Temperatur auf 17·5 C.

2. Ermittlung des specifischen Gewichtes mittelst des Pyknometers. 89

Pyknometer.

3. Ermittlung des specifischen Gewichtes durch Wägung eines in der Flüssigkeit in der Gleichgewichtslage schwimmenden Körpers 93

Hydrostatische Wagen. — Tabelle über die Beziehungen zwischen specifischem Gewicht, Graden Balling oder Brix und Gewichtsprocenten Zucker. — Umrechnung der Saccharometerprocente auf alte Grade Beaumé.

III. Zuckerbestimmung nach der Inversionsmethode 114

Princip. — Inversion nach Herzfeld.

A. Zuckerbestimmung nach der Inversionsmethode auf optischem Wege 116

Bestimmung der Saccharose neben Invertzucker. — Formel nach Tuchschmidt. — Bestimmung von Saccharose neben Raffinose. — Formel. — Hammerschmidt's Formel für die Temperaturcorrection. — 1. Temperaturcorrection nach Hammerschmidt. — 2. Zucker nach Clerget. — 3. Zucker neben Raffinose.

Digitized by Google

Seite

B. Zuckerbestimmung nach der Inversionsmethode (Gewichtsanalytisches Verfahren) 124

Princip. — Fehling'sche Lösung. — Ausführung. — Tabelle zur Bestimmung des Invertzuckers nach Meißl. — Nach Meißl-Hiller. — Soldaini's Reagenz. — Gleichzeitige Bestimmung von Rohrzucker, Raffinose und Invertzucker.

C. Zuckerbestimmung nach der Inversionsmethode. (Maßanalytisches Verfahren) 140

Ausführung. — Bürette. — Titerstellung.

II. Theil.

Die Bestimmung des Zuckers in zuckerhaltigen Stoffen.

Allgemeines (Fig. 54.) 147

Probenahme. — Einwage. — Fällung. — Filtriren. — Auswaschen. — Wägung. — Analytische Wage.

Erster Abschnitt.

Die Untersuchung des Rohzuckers 151

(Mit Fig. 55—68.)

1. Bestimmung des Zuckergehaltes (Polarisation). — Klären. Bleiessig. — Thonerdebrei. — 2. Bestimmung des Invertzuckers in Rohzuckern. — Ausführung nach Herzfeld. — Herzfeld's Tabelle. — 3. Bestimmung der Raffinose. — 4. Bestimmung des Wassergehaltes. — 5. Bestimmung des Aschengehaltes. — Carbonatasche. — Sulfatasche. — 6. Die Bestimmung der organischen Nichtzuckerstoffe. — 7. Bestimmung der Reaction des Rohzuckers. — Normalsalzsäure. — 8. Nachweis der schwefeligen Säure in Rohzucker. — 9. Bestimmung der Farbe des Rohzuckers. Stammer's Farbenmaß. — 10. Bestimmung des Raffinationswerthes oder Rendements des Rohzuckers.

Zweiter Abschnitt.

Die Untersuchung der Füllmasse 185

(Mit Fig. 68.)

Zucker. — Invertzucker. — Raffinose. — Wasser- und Trockensubstanzgehalt. — Reinheitsquotient. — Stammer'sche

Digitized by Google

Seite

Werthzahl. — Bestimmung des Reinheitsquotienten nach der Verdünnungsmethode nach Curin. — Asche. — Organischer Nichtzucker. — Reaction, Gehalt an schwefeliger Säure.

Dritter Abschnitt.

Die Untersuchung von Dünnsäften, Dicksäften und Syrupen 183

(Mit Fig. 69.)

Specifisches Gewicht. — Zuckergehalt. — Maßmethode. — Invertzucker. — Raffinose. — Wasser- und Trockensubstanzgehalt. — Scheinbare und wirkliche Reinheit. — Asche. — Organischer Nichtzucker. — Reaction. — Neutralisation. — Berechnung der zuzusetzenden Säuremenge. — Farbe.

Vierter Abschnitt.

Untersuchung des Rübensaftes 200

Specifisches Gewicht. — Zucker. — Alkoholmethode nach Sickel. — Invertzucker. — Rasche, maßanalytische Bestimmung desselben. — Trockensubstanz. — Asche. — Organischer Nichtzucker.

Fünfter Abschnitt.

Untersuchung der Abfüßwässer ꝛc. 207

(Mit Fig. 70.)

A. Untersuchung der Abfüßwässer 207

Zucker. — Trockensubstanz. — Abfüßspindeln.

B. Untersuchung der von den Schnitzelpressen ablaufenden Flüssigkeit 210

C. Untersuchung der Fallwässer der Condensatoren u. s. w. . . 210

Qualitativer Nachweis des Zuckers mittelst α-Naphtol.

Sechster Abschnitt.

Untersuchung der Melasse 214

(Mit Fig. 71.)

Zucker, — nach Clerget. — Invertzucker. — Tabelle zur Berechnung des Procentgehaltes an Invertzucker — Raffinose.

Digitized by Google

Seite

— Asche. — Wirkliche und scheinbare Trockensubstanz. — Verdünnungsmethode. — Alkalinität. — Ausführungsbestimmungen für die Untersuchung der Melasse nach den deutschen und den österreichischen Zuckersteuergesetzen.

Siebenter Abschnitt.

Die Untersuchung der Rübe 226

(Mit Fig 72—77.)

Zuckergehalt. — Extraction mittelst Alkohol nach Scheibler. — Extractionsapparat nach Soxhlet. — Extractionsbatterie. — Alkoholische Digestion nach Tollens-Rapp-Degener. — Stift'sche Kolben. — Alkoholische Maceration nach Stammer. — Suckow'sche Reibe. — Wässerige Digestion nach Pellet. — Vortheile und Nachtheile dieser Methoden. — Saftpolarisation. — Pressen. — Pellet'sche Röhre. — Bestimmung des Mark- (Saft-) gehaltes. — Trockensubstanz. — Untersuchung frischer Schnitte und der Diffusionsrückstände. — Untersuchung der Samenrüben. — Gewöhnliches Verfahren. — Verfahren nach Herles.

Achter Abschnitt.

Untersuchung von Kalk- und Strontium-Saccharaten und von Abfalllaugen 241

A. Kalksaccharate. — Specifisches Gewicht. — Zucker. — Kalk. — Untersuchung des saturirten Saftes. — Kalk und Alkaliasche. — Berechnung. — B. Strontiumsaccharate. — C. Abfalllaugen.

Neunter Abschnitt.

Untersuchung des Schlammes 248

Zuckerbestimmung — durch Saturation, — durch Zersetzung mit Essigsäure, — mit salpetersaurem Ammon, — mit doppeltkohlensaurer Magnesia nach Konther und Pott.

Zehnter Abschnitt.

Bestimmung des Zuckergehaltes gebrauchter Knochenkohle 252

Ausführung. — Berechnung.

Digitized by Google

III. Theil.

Bewerthung der Hilfssubstanzen der Zucker-Fabrikation.

Seite

Erster Abschnitt.

Untersuchung der Knochenkohle 255

(Mit Fig. 78—81.)

Zusammensetzung. — Verhalten. — Absorption. — Wiederbelebung. — Feuchtigkeit. — Bestimmung des Kohlenstoffes, Sand und Thon. — Bestimmung des kohlensauren Kalkes, — nach Geißler, — nach Scheibler. — Procentische Bestimmungen der kohlensauren Kalkerde. — Bestimmung der Kohlensäure durch directe Wägung. — Bestimmung des schwefelsauren Kalkes. — Bestimmung des Schwefelcalciums. — Berechnung der zur Wiederbelebung nöthigen Säure- beziehungsweise Sodamenge. — Berechnung der Salzsäure nach Scheibler. — Nachweis organischer Substanz. — Ermittlung der Entfärbungskraft.

Zweiter Abschnitt.

Untersuchung der Salzsäure 278

Bestimmung des specifischen Gewichtes. — Tabelle über den Gehalt wässeriger Salzsäure an Salzsäuregas. — Bestimmung des Gehaltes an Schwefelsäure. — Nachweis des Arsens.

Dritter Abschnitt.

Untersuchung der Soda 282

Wasser. — Kohlensaures Natron. — Schwefelsaures Natrium. — Chlornatrium. — Maßanalytische Bestimmung.

Vierter Abschnitt.

Untersuchung des Aetznatrons 287

Gesammtalkalinität. — Kohlensaures Natron. — Untersuchung von Natronlaugen. — Tabelle nach Gerlach u. Schiff über deren Gehalt an Aetznatron.

Digitized by Google

Seite

Fünfter Abschnitt.

Untersuchung des Kalksteines 291

Eigenschaften. — Wassergehalt. — Unlösliche und organische Substanz. — Eisenoxyd und Thonerde. — Kalk. — Magnesia. — Schwefelsäure. — Berechnung und Zusammenstellung der Analyse.

Sechster Abschnitt.

Untersuchung des gebrannten Kalkes . . . 296

Eigenschaften. — Kalk. — Alkalien. — Kalkmilch. — Tabelle über deren Gehalt nach Blattner.

Siebenter Abschnitt.

Untersuchung des Strontianits und strontiumhaltiger Materialien 299

Eigenschaften und Verwendung. — Qualitativer Nachweis. — Untersuchung. — Untersuchung des künstlichen Strontianits nach Sterba.

Achter Abschnitt.

Untersuchung des Saturationsgases. 304

(Mit Fig. 82—84.)

Bestimmung des Kohlensäuregehaltes. — Stammer'sche Meßröhre. — Scheibler's Apparat. — Nachweis der schwefeligen Säure und des Schwefelwasserstoffes.

Neunter Abschnitt.

Untersuchung der Brennmaterialien . . . 311

Wassergehalt. — Asche. — »Schädlicher« Schwefel. — Gesammt-Schwefelgehalt. — Indifferenter Schwefel. — Berechnung des theoretischen Heizeffectes.

Zehnter Abschnitt.

Untersuchung der Feuerungsgase 316

(Mit Fig. 85—87.)

Zweck. — Gasanalyse nach W. Hempel. — Gebrauch der Hempel'schen Apparate. — Beispiel.

Digitized by Google

Seite

Elfter Abschnitt.

Untersuchung des Wassers 324

(Mit Fig. 88 und 89.)

Allgemeines. — Hartes und weiches Wasser. — Wasserreinigung. — Gesammtrückstand. — Härtebestimmung nach Boutron und Boudet. — Gesammthärte. — Bleibende und temporäre Härte. — Schwefelsäure. — Nachweis von Salpetersäure. — Salpetrige Säure. — Ammoniak.

Zwölfter Abschnitt.

Untersuchung der Schmiermittel 333

(Mit Fig. 90 und 91.)

Erforderliche Eigenschaften. — Specifisches Gewicht. — Freie Säuren. — Entflammungspunkt. — Viscosität, — nach Engler, — nach Strohmer, — bei höheren Temperaturen.

Dreizehnter Abschnitt.

Untersuchung der Schlempekohle, Melassen- und Zuckerasche 339

Allgemeines. — Ausführung der Analyse. — Beispiel.

Vierzehnter Abschnitt.

Die Untersuchung künstlicher Düngemittel . . 347

(Mit Fig. 92 und 93.)

Allgemeines. — Aufschließung. — Herstellung von Superphosphaten.

I. Bestimmung des Stickstoffes 353

a) Ammoniakstickstoff 353

b) Organischer Stickstoff 355

c) Salpeterstickstoff 356

II. Bestimmung des Kalis 357

III. Bestimmung der Phosphorsäure 357

a) Ausführung der Molybdänmethode 358

b) Ausführung der Citratmethode 359

Digitized by Google

Seite

IV. Ausführung der Untersuchungen 360
A. Stickstoffhältige Düngemittel 360
B. Kalidünger 362
C. Phosphorsäurehältige Düngemittel 364

Citratlösliche Phosphorsäure. — An Eisenoxyd und Thonerde gebundene Phosphorsäure.

Anhang.

A. Allgemeines über maßanalytische Operationen und Bereitung der titrirten Lösungen 369

Princip der Maßanalyse. — Indicatoren. — Normallösungen.

B. Darstellung der Reagentien 374

C. Tabellen 379

Tabelle I. Die wichtigsten Elemente und ihre Atomgewichte . 379
» II. Factoren zur Umrechnung der gefundenen Substanzen in die gesuchten 380
» III. Gehalt der Schwefelsäure an H_2SO_4 und SO_3 bei verschiedener Dichte 382
» IV. Gehalt wässeriger Lösungen der Phosphorsäure an H_3PO_4 und P_2O_5 bei 15·5 Grad C. 383
» V. von M. Schmitz zu den Apparaten mit Ventzke-scher Scala für beobachtete Dichtigkeit und mit Berücksichtigung des veränderlichen specifischen Drehungsvermögens des Zuckers. Mit $^1/_{10}$ Volumen Bleiessig-Zusatz 384

Autorenregister 392
Alphabetisches Register (Sachregister) 393

Digitized by Google

I. Theil.

Eigenschaften der Zuckerarten und allgemeine Methoden zur quantitativen Bestimmung.

Digitized by Google

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Die Zuckerarten.

Die Zuckerarten bilden ihrer chemischen Stellung nach eine große Gruppe, welche man mit dem Namen »Kohlenhydrate« bezeichnet. Unter diesen versteht man eine Gattung chemischer Verbindungen, welche mindestens sechs (oder ein Vielfaches) Kohlenstoffatome enthalten, sie bestehen ferner nur noch aus Wasserstoff und Sauerstoff. Die beiden letzteren sind im selben Verhältnisse vorhanden, in welchem sie sich zu Wasser verbinden, d. i. wie 2 : 1. Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff sind somit die Elemente, aus welchen die Kohlenhydrate aufgebaut sind.

Die Kohlenhydrate sind im Pflanzenreiche sehr verbreitet, sie dienen theils zum Aufbau derselben (Cellulose), theils benützt sie die Pflanze, ihrer leichten Umwandlungsfähigkeit wegen, dazu, sie als »Reservestoffe« aufzuspeichern (Zucker, Stärke). Diese Reservestoffe werden in den grünen Pflanzenzellen unter Einfluß des Sonnenlichtes gebildet. Jenen Theil derselben, welchen die Pflanze nicht zur directen Bestreitung ihrer Lebensvorgänge benöthigt, speichert sie in geeigneten Organen auf. So finden wir in der Rübe Zucker, in der Kartoffel große Mengen Stärke eingelagert. Diese Stoffe sind dazu bestimmt, der Pflanze den Winter über Nahrung zu bieten. Auch die Samen aller Pflanzen sind reich an solchen Reservestoffen, zu welchen sich überhaupt auch noch andere, stickstoffhaltige Körper gesellen; in diesem Falle haben sie den Zweck, dem Keimling so lange Nahrung zu bieten, bis er grüne Blättchen gebildet hat und selbstständig aus Kohlensäure und Wasser unter Einwirkung des Lichtes

Digitized by Google

und unter Austritt von Sauerstoff sich Nährstoffe bilden kann. Dieser Vorgang wird als Assimilation bezeichnet.

Die Kohlenhydrate besitzen folgende allgemeine Eigenschaften entweder direct oder nach Ueberführung in hydrolytische Derivate (Erwärmen mit verdünnten Säuren):

1. Sie reduciren alkalische Metallsalzlösungen und färben sich mit Alkalien gelb.

2. Sie drehen die Ebene des polarisirten Lichtes.

3. Durch die Lebensthätigkeit der Hefe werden sie vergohren, d. h. in Alkohol und Kohlensäure gespalten.

4. Mit essigsaurem Phenylhydrazin (ein Gemenge von 2 Theilen salzsaurem Phenylhydrazin und 3 Theilen essigsaurem Natron gelöst in 20 Theilen Wasser) geben sie, wenn die angegebene Menge Phenylhydrazin mit 1 Theil Kohlenhydrat vermischt wird, gelbe, krystallinische Niederschläge (Osazone).

5. Mit verschiedenen Säuren und aromatischen Alkoholen liefern die Kohlenhydrate charakteristische Farbenreactionen.

6. Bei höheren Temperaturen bräunen sich sämmtliche Kohlenhydrate und verkohlen schließlich.

Die Kohlenhydrate zerfallen in folgende drei Gruppen:

$C_6H_{12}O_6$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$(C_6H_{10}O_5)n$
Traubenzucker oder Dextrose, Fruchtzucker oder Lävulose, Galactose.	Rohrzucker (Saccharose), Milchzucker, Maltose, Raffinose.	Dextrin, Stärke, Gummi, Cellulose.

Bei der fabriksmäßigen Gewinnung des Rohrzuckers (Saccharose) spielen nur der Rohrzucker, ferner Dextrose und Lävulose, sowie das Gemenge derselben, der Invertzucker,

Digitized by Google

und schließlich die Raffinose eine hervorragende Rolle. Von der Besprechung der anderen angeführten Kohlenhydrate kann daher Abstand genommen werden.

I.

Der Rohrzucker.

Der Rohrzucker (Saccharose) ist im Pflanzenreiche ziemlich verbreitet, kann jedoch, da er durch Säuren sehr leicht verändert wird, nur in neutralen oder schwach sauren Fruchtsäften vorkommen. Verschiedene Gramineen enthalten beträchtliche Mengen von Saccharose in den Stengeln, so z. B. der Mais (Zea mais) 7—9 Procent, die Zuckerhirse (Sorghum saccharatum) 12—15 Procent, das Zuckerrohr (Saccharum) bis zu 20 Procent des Saftes. Ebenso ist im Safte verschiedener Bäume, wie der Birke, des Ahorns und einiger Palmen Zucker vorhanden. Saccharose läßt sich ferner in manchen, nur schwach sauren Früchten, wie in Feigen, Nüssen, Mandeln, Kastanien, Melonen, Aepfeln, Kirschen u. s. w. nachweisen. In der Zuckerrübe kommt Rohrzucker bis zu 18 Procent und darüber vor.

Die Saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$ krystallisirt monoclin (Fig. 1), und besitzt bei 17·5° C. ein specifisches Gewicht von 1·5813. Häufig kommen auch nur halbflächig ausgebildete Krystalle und solche mit zugespitzten Endflächen vor. Bei letzteren wurde früher angenommen, daß ihre charakteristische Krystallform durch mitkrystallisirte Raffinose bedingt sei. A. Herzfeld*) hat jedoch nachgewiesen, daß diese spitze Form einzig und allein durch Störungen in der normalen Ausbildung größerer Krystalle hervorgerufen wird, die Ab-

*) Zeitschrift des Vereines für Rübenzucker-Industrie im Deutschen Reiche. 1892.

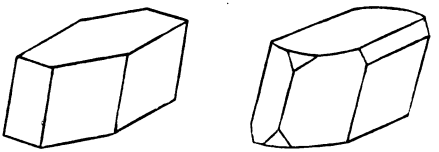
Digitized by Google

scheidung anderer fester Körper neben Zucker aus der Lösung, insbesondere von Kalksalzen, spielt dabei eine hervorragende Rolle. Die Zähflüssigkeit mancher krystallisirender Lösungen, und diese Eigenschaft besitzen auch jene Syrupe, welche größere Mengen von Raffinose, bezw. Kalksalzen enthalten, bedingt hauptsächlich das Entstehen der spitzen Krystallform.

Die Löslichkeit der Saccharose wird von verschiedenen Autoren abweichend angegeben; nach den neuesten Untersuchungen von Herzfeld ergiebt sich nebenstehende Tabelle.

Fremde Körper, z. B. die anorganischen und organischen Salze, wie auch die organischen Nichtzuckerstoffe beeinflussen die Löslichkeit des Zuckers in ganz verschiedener

Fig. 1.



Weise. Dies ist von höchster Bedeutung für die Gewinnung des Zuckers aus den Endproducten der Zuckerfabrikation, aus den Melassen, in welchen selbstverständlich eine beträchtlichere Anreicherung der genannten Stoffe stattfindet. Dr. A. Herzfeld äußert sich hierüber in seiner ausgezeichneten Abhandlung folgendermaßen:

1. »Zusatz geringer Mengen von Einzelsalzen anorganischer wie organischer Natur zu Zuckerlösungen wirkt, soferne nicht Nebenwirkungen eintreten, die Löslichkeit des Zuckers verringernd; große Mengen Salz erhöhen dieselbe. Am stärksten aussalzend wirken Körper, welche Krystallwasser binden; am stärksten lösend leicht lösliche organische Salze, wie essigsaures Kali.«

2. »Salzgemische verringern in verdünnter Lösung gleichfalls die Löslichkeit des Zuckers, in concentrirter vergrößern

Digitized by Google

Herzfeld's Tabelle über die Löslichkeit des Rohrzuckers von 0 bis 100° C. in 100 g Wasser

Temperatur Grad C.	Procente Rohrzucker	Temperatur Grad C.	Procente Rohrzucker	Temperatur Grad C.	Procente Rohrzucker
0	64·18	34	69·38	68	75·80
1	64·31	35	69·55	69	76·01
2	64·45	36	69·72	70	76·22
3	64·59	37	69·89	71	76·43
4	64·73	38	70·06	72	76·64
5	64·87	39	70·24	73	76·85
6	65·01	40	70·42	74	77·06
7	65·15	41	70·60	75	77·27
8	65·29	42	70·78	76	77·48
9	65·43	43	70·96	77	77·70
10	65·58	44	71·14	78	77·92
11	65·73	45	71·32	79	78·14
12	65·88	46	71·50	80	78·36
13	66·03	47	71·68	81	78·58
14	66·18	48	71·87	82	78·80
15	66·33	49	72·06	83	79·02
16	66·48	50	72·25	84	79·24
17	66·63	51	72·44	85	79·46
18	66·78	52	72·63	86	79·69
19	66·93	53	72·82	87	79·92
20	67·09	54	73·01	88	80·15
21	67·25	55	73·20	89	80·38
22	67·41	56	73·39	90	80·61
23	67·57	57	73·58	91	80·84
24	67·73	58	73·78	92	81·07
25	67·89	59	73·98	93	81·30
26	68·05	60	74·18	94	81·53
27	68·21	61	74·38	95	81·77
28	68·37	62	74·58	96	82·01
29	68·53	63	74·78	97	82·25
30	68·70	64	74·98	98	82·49
31	68·87	65	75·18	99	82·73
32	69·04	66	75·38	100	82·97
33	69·21	67	75·59		

Digitized by Google

sie dieselbe. In Salzgemischen wirkt vermuthlich jedes Salz nicht nach Maßgabe der Wirkung der vorhandenen Menge im Einzelfalle auf Zuckerlösung, sondern die Wirkung ist proportional jener, welche das einzelne Salz ausüben würde, wenn es in der der Summe der Salze des Gemisches äquivalenten Menge vorhanden wäre. Dadurch erklärt es sich, daß Salzgemische mit verhältnißmäßig geringem Gehalt an leicht löslichen Salzen in concentrirter Lösung die Löslichkeit des Zuckers dennoch stark vermehren. Da auch anorganische Salze in concentrirter Lösung Zucker zu lösen vermögen, so können dieselben vom Standpunkte der Praxis nicht als negative Melassebildner bezeichnet werden. Es nehmen vielmehr an der Melassebildung vermuthlich sämmtliche anwesenden Nichtzuckerstoffe in wechselndem Maße Theil.«

In absolutem Alkohol, sowie in Methylalkohol ist die Saccharose vollkommen unlöslich. Verdünnter Alkohol löst mit Zunahme des Wassergehaltes steigende Mengen Saccharose; alkoholärmere Flüssigkeiten lösen mehr Zucker, als ihrem Wassergehalte entspricht, alkoholreichere zeigen das entgegengesetzte Verhalten.

Wird vollkommen trockener Zucker auf 100° C. erhitzt, so erleidet er nach Maumené keinerlei Veränderung, sind jedoch auch nur geringe Mengen von Feuchtigkeit vorhanden, so treten leicht Zersetzungen ein. Bei 160° schmilzt der Rohrzucker und erstarrt nach dem Erkalten zu einer glasigen, amorphen Masse. Wird Zucker auf höhere Temperaturen erhitzt, so bräunt er sich, und es entsteht Caramel, welches im Großen dargestellt und als unschädliches Färbemittel für Speisen und Getränke Verwendung findet. Treibt man die Erhitzung noch weiter (210—220° C.), so tritt schließlich vollkommene Zersetzung (trockene Destillation) ein. Es entweichen Gase, in welchen Kohlensäure, Kohlenoxyd, Methan u. s. w. nachgewiesen wurden, schließlich hinterbleibt eine schwammige Kohle, welche bei Luftzutritt leicht verbrennt.

Der Siedepunkt von Zuckerlösungen liegt immer höher, als wie jener des Wassers, er erhöht sich mit steigen-

Digitized by Google

der Concentration. Derselbe beträgt nach Gerlach bei einem Gehalte von:

| | | |

Dieselben sind deshalb von besonderem Interesse, da die Kalk-Strontium- und Baryumsaccharate technische Verwerthung bei den Verfahren zur Entzuckerung der Melasse gefunden haben.

Mit Kalk verbindet sich der Zucker in zwei Verhältnissen, und zwar zu dem einbasischen oder Monocalciumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11} . CaO$, und dem dreibasischen oder Tricalciumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11} . 3CaO$.

Das Monocalciumsaccharat entsteht immer beim Vermischen kalter, wässeriger Zuckerlösungen mit Kalk, Kalkhydrat oder Kalkmilch, und enthält auf 342 Gramm Zucker 56 Gramm Kalk. Der Kalk löst sich hierbei zu einer stark alkalisch reagirenden Flüssigkeit auf. Durch Kohlensäure ist das Monocalciumsaccharat leicht zersetzbar. Beim Kochen zersetzt es sich zu in der Hitze unlöslichem Tricalciumsaccharat und Zucker, ersteres scheidet sich dabei als Niederschlag aus, welcher sich jedoch beim Erkalten wieder unter Rückbildung des Monocalciumsaccharates löst. Enthält die Lösung jedoch bedeutend mehr Zucker als theoretisch zur Entstehung des Monocalciumsaccharates erforderlich ist, so findet beim Kochen keine Abscheidung des Tricalciumsaccharates statt. — Auf der Bildung dieser Verbindung beruht die Reinigung (Scheidung) des Rübensaftes durch Kalk.

Das hierbei entstehende Monocalciumsaccharat setzt sich jedoch sogleich mit den vorhandenen Alkalisalzen um, wobei sich viele unlösliche Kalkverbindungen (meist jene organische Säuren) und Zuckeralkali bilden.

Das Tricalciumsaccharat entsteht unter den verschiedensten Modalitäten. Wird eine Lösung von Monocalciumsaccharat zum Sieden erhitzt, so scheidet es sich ab; ferner entsteht es beim Vermischen sehr concentrirter Zuckerlösungen (Melassen) mit gebranntem Kalk, wenn auf ein Molecül Zucker mindestens drei Molecüle Kalk angewendet werden; beim Vermischen heißer, concentrirter Zuckerlösungen mit Kalkhydrat oder im Löschen begriffenen Kalke, beim Vermischen verdünnter Zuckerlösungen mit fein gepulvertem Aetzkalk, wenn die Temperatur der Flüssigkeit auf

Digitized by Google

10° erhalten wird. Diese Reactionen sind von größter Bedeutung, da auf ihnen die als Substitution, Elution u. s. w. bezeichneten Entzuckerungensverfahren der Melasse beruhen.

Das Tricalciumsaccharat erscheint dem Monocalciumsaccharat gegenüber fast als unlöslich, durch längere Behandlung mit kaltem Wasser wird es jedoch auch unter Abspaltung von Zucker theilweise zersetzt. In 35—40 volumprocentigem Alkohol ist es jedoch vollkommen unlöslich. Man kann somit den aus Melasse dargestellten dreibasischen Zuckerkalk durch Waschen mit solch' verdünntem Alkohol theilweise von den fremden Bestandtheilen der Melasse — soweit diese nämlich nicht auch in Alkohol unlöslich sind — trennen. Gegen kochendes Wasser verhält er sich selbstverständlich analog. Durch Kohlensäure wird er ebenfalls zersetzt, aus seinem Verhalten in der Wärme und Kälte ergiebt sich, daß er gerade so wie Kalk zur Scheidung verwendet werden kann.

Mit Strontium bildet die Saccharose zwei Saccharate, ein Mono- und ein Distrontiumsaccharat. Ersteres ($C_{12}H_{22}O_{11}.SrO$) enthält 103·5, letzteres ($C_{12}H_{22}O_{11}.2SrO$) 207 Theile (SrO) auf 342 Theile Zucker. Das Distrontiumsaccharat wird dargestellt, indem in kochende Zuckerlösung auf je 1 Molecül Zucker 2—3 Molecüle Strontiumhydroxyd ($Sr(OH)_2$) eingetragen werden. In kochendem Strontium haltigem Wasser ist es nach Scheibler fast unlöslich, durch kaltes Wasser wird es jedoch in Monostrontiumsaccharat und Zucker, sowie in Strontiumhydroxyd zerlegt, welches sich aus der Lösung in Krystallen abscheidet. Das Monostrontiumsaccharat krystallisirt nur schwer in weichen Krystallen, welche die Zusammensetzung $C_{12}H_{22}O_{11} . SrO + 5H_2O$ besitzen.

Das Baryumsaccharat enthält auf 342 Theile Zucker 153 Theile Baryt und entsteht beim Zusammenbringen der in wenig Wasser gelösten Bestandtheile. Aus warmen Lösungen krystallisirt es in glänzenden Blättchen, Schüppchen oder Nadeln, welche in 43·5 Theilen Wasser von 100° C. löslich sind. Wie alle Saccharate wird es

Digitized by Google

durch Kohlensäure leicht in das betreffende Carbonat und Zucker zerlegt.

Von den Verbindungen, welche die Saccharose mit den Oxyden schwerer Metalle eingeht, ist nur das Bleisaccharat von Interesse. Dasselbe entsteht, wenn Zuckerlösung mit Bleiacetat und Ammoniak behandelt wird, es hat die Zusammensetzung $C_{12}H_{16}Pb_3O_{11}$.

Rohrzucker ist nicht gährungsfähig. Seine Spaltungsproducte, der Invertzucker, werden jedoch durch den Stoffwechselproceß der Hefe in Alkohol und Kohlensäure zerlegt. Nach den neuesten Forschungen scheidet jedoch die Hefe ein in Wasser lösliches Ferment, das Invertin, aus, welches primär den Rohrzucker in Dextrose und Lävulose (Invertzucker) umwandelt, welcher dann secundär durch den Lebensproceß der Hefe vergohren, d. h. weiter gespalten wird. Das Milchsäureferment, welches stets in der Luft vorhanden ist, leitet die sogenannte Milchsäuregährung ein, die bei Gegenwart von Kalk oder Kreide, welche die entstehende freie Milchsäure neutralisiren, besonders günstig verläuft.

Eine öfters eintretende Umwandlung zuckerhältiger Pflanzensäfte, insbesondere des Rübensaftes, wobei letzterer binnen kurzer Zeit dickflüssig und zähe wird, ruft nach Pasteur das Ferment der Schleimgährung hervor.

Eine ganz eigenthümliche Veränderung von Zuckerlösungen, die Dextrangährung, bewirkt ein zuerst 1869 von Scheibler beobachteter und später von van Tighem eingehend studirter und als Leuconostoc mesenteroides bezeichneter Pilz (Froschlaichpilz). Derselbe zeigt sich als schleimige, gallertige Masse, gequollenen Trüffeln nicht unähnlich, die, eigentlich farblos, meist durch beigemengten Rübenfarbstoff eine dunkelbraune bis schwarze Färbung erhält. Die Sporen des Leuconostoc gelangen mit den Rüben in die Fabrik, haben sie sich jedoch einmal angesiedelt, so sind sie nur sehr schwer auszurotten. Die Vermehrung geht mit ungeheurer Raschheit von statten, und erfolgt sowohl durch Theilung wie auch durch Sporen-

Digitized by Google

bildung. Zu seiner Entwicklung benöthigt der Leuconostoc unbedingt des freien Sauerstoffs, dabei wird freie Säure producirt, welche den Rohrzucker invertirt. Der Invertzucker dient dann zum Aufbau der Pflanze, wobei er in die eigenthümliche Gallerte, welche den eigentlichen Pilz-Organismus umschließt, das Dextran, verwandelt wird.

In Zuckern aus Säften, in welchen der Leuconostoc aufgetreten ist, lassen sich daher neben Dextran fast immer größere Mengen Invertzucker nachweisen. — Das Dextran besitzt unter allen optisch activen Substanzen das größte Drehungsvermögen $[\alpha]D = +200{\cdot}5$.

Alkalische Zuckerlösungen sind nicht gährungsfähig, da in solchen Inversion der Saccharose nicht eintreten kann.

Optisches Verhalten. Lösungen von Saccharose drehen die Ebene des polarisirten Lichtstrahles stark nach rechts. Dieses specifische Drehungsvermögen ($[\alpha]D$) ist nach Tollens für Lösungen bis zu 25 Procent Gehalt nahe gleich 66·5°, und läßt sich durch folgende Formeln ausdrücken:

$(\alpha)D = 66{\cdot}386 + 0{\cdot}015035\,P - 0{\cdot}0003986\,P_2$,
worin P den Procentgehalt an Zucker ausdrückt.

$(\alpha)D = 64{\cdot}156 + 0{\cdot}051596\,q - 0{\cdot}00028052\,q_2$,
worin q den Procentgehalt an Wasser ausdrückt.

Temperaturänderungen sind nur von sehr geringem Einflusse.

Alkoholische Zuckerlösungen zeigen dieselbe Drehung wie wässerige, dagegen vermindert die Gegenwart von Kalk, Alkalihydrat, kohlensaurem Kali, Borax und Chlornatrium das Drehungsvermögen.

Die angeführten Zahlen bilden die Grundlage der später zu besprechenden Saccharimetrie.

Reactionen der Saccharose (nach Tollens):

a) Rechtsdrehung des polarisirten Lichtes; Inversion durch Säuren;

b) Vergährbarkeit durch Hefe (siehe oben);

Digitized by Google

c) Indifferenz gegen Fehling'sche Lösung, Wismuthnitrat u. s. w.;

d) Indifferenz gegen Kali und Natron;

e) nach erfolgter Inversion (durch gelindes Erwärmen mit wenig Salzsäure) findet Ausscheidung von rothem Kupferoxydul aus Fehling'scher Lösung, und Gelbfärbung mit Alkali statt;

f) concentrirte Schwefelsäure schwärzt sofort;

g) Phenylhydrazin bildet ein Osazon;

h) mit alkoholischen Lösungen von α-Naphtol oder Thymol und concentrirter Schwefelsäure zeigen sich rothe oder violette Farbenreactionen.

II.

Die Dextrose.

Die Dextrose ($C_6H_{12}O_6$) (Glykose, Traubenzucker, Stärkezucker, Krümmelzucker) findet sich in größerer Menge in fast allen süßen Früchten vor, sie wird jedoch stets von der gleichen Menge der ihr isomeren, d. h. gleich zusammengesetzten, doch mit anderen Eigenschaften begabten Lävulose begleitet. Die wasserfreie Glykose bildet harte, sehr feine Nadeln, welche bei 146° C. schmelzen und dem triklinen System angehören. Das Hydrat der Dextrose $C_6H_{12}O_6 + H_2O$ bildet blumenkohlähnliche Warzen; aus Alkohol krystallisirt es in sechsseitigen Tafeln.

Das specifische Gewicht der wasserfreien Dextrose beträgt 1·3861. In Wasser ist die Dextrose sehr leicht löslich, 100 Theile Wasser lösen bei 15° C.:

81·68 Procent wasserfreie Dextrose ($C_6H_{12}O_6$) und
97·85 » Dextrosehydrat ($C_6H_{12}O_6 + H_2O$).

Digitized by Google

Die Löslichkeit in Alkohol steigt mit dessen Verdünnung und Temperatur. In Aether ist die Dextrose vollkommen unlöslich.

Wasserfreie Glykose beginnt sich, auf 100° erhitzt, zu bräunen, bei 170° verliert sie Wasser, und zerfällt in Glykosan und einen anderen, optisch inactiven Körper.

Oxydationsmittel greifen die Glykose mit großer Heftigkeit an, durch Kalk- und Barythydrat wird sie vollständig zersetzt.

Reductionserscheinungen. Körpern, welche im Stande sind, leicht Sauerstoff abzugeben, wird derselbe von Dextrose mit großer Heftigkeit entzogen. Diese Reaction tritt oft schon in der Kälte ein. Alkalische Kupferoxydlösung (Fehling'sche Lösung) wird unter Abscheidung von rothem Kupferoxydul reducirt, ammoniakalische Silberlösung scheidet mit Dextroselösung erwärmt, metallisches Silber, meist in Form eines »Silberspiegels« ab.

Gährungserscheinungen. Die Dextrose ist direct gährungsfähig, die Hauptproducte der Gährung sind Alkohol und Kohlensäure. Neben diesen entstehen auch geringe Mengen Glycerin und Spuren von Bernsteinsäure. Besondere Fermente, welche sich in saurer Milch und altem Käse vorfinden, leiten eine andere Art der Gährung, die Milchsäuregährung ein, bei welcher als Hauptproduct Milchsäure gebildet wird. Um diese Gährung, welche am schnellsten bei Temperaturen, welche zwischen 35 und 40° liegen, zu Ende zu führen, d. h. alle Dextrose umzuwandeln, ist es nöthig, die entstehende Säure durch Kalk, Soda, Zinkcarbonat u. s. w. abzustumpfen.

Durch den Pilz Leuconostoc mesenteroides (Froschlaichpilz) wird der Traubenzucker in Dextran übergeführt. Das Temperaturoptimum liegt zwischen 25 und 30° C. Die Anwesenheit von kohlensaurem, phosphorsaurem, sowie salpetersaurem Kalke begünstigt die Entwicklung dieses Pilzes; kohlensaurer Baryt und kohlensaure Magnesia schädigt dieselbe.

Digitized by Google

Das Dextran wurde von Scheibler entdeckt. Durch absoluten Alkohol gefällt, bildet es eine weiße, amorphe Masse, welcher die Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ zukommt.

Gegen Fehling'sche Lösung ist es indifferent. Es dreht stark rechts, $(\alpha)D$ ist nach Scheibler $= 200{\cdot}5^0$.

Durch ein von Pasteur entdecktes Ferment, welches aus kleinen, rosenkranzartig aneinandergereihten Kügelchen besteht, wird die Dextrose in Kohlensäure, Wasserstoff, Manit und einen zähen Schleim (Gummi) zerlegt, welcher mit dem Dextran identisch sein soll. Diese Erscheinung führt den Namen »Schleimgährung«.

Die Dextrose ist optisch activ, und zwar dreht sie in wässeriger Lösung die Ebene des polarisirten Lichtstrahles nach rechts. Das specifische Drehungsvermögen bei 20° $(\alpha)D_{20} = 52{\cdot}50$. Die Drehung nimmt mit steigender Concentration der Lösung bedeutend zu. Tollens giebt hiefür die folgenden Formeln an:

für das Anhydrid $C_6H_{12}O_6$:

$$(\alpha)D = 52{\cdot}50^0 + 0{\cdot}018796\,P + 0{\cdot}00051683\,P_2,$$

für das Hydrat $C_6H_{12}O_6 + H_2O$:

$$(\alpha)D = 47{\cdot}73^0 + 0{\cdot}015534\,P + 0{\cdot}0003883\,P_2,$$

worin P den Procentgehalt der Lösung an Anhydrid, beziehungsweise Hydrat bezeichnet.

Birotation. Diese Erscheinung zeigt die Dextrose in hervorragendem Maße. Dieselbe besteht darin, daß frisch bereitete Dextroselösungen ein bedeutend höheres Drehungsvermögen besitzen als wie längere Zeit gestandene. Anfangs ist $(\alpha)D$ nahezu gleich 100, sehr rasch beginnt jedoch dieser Werth zu fallen, bis er nach circa 24 Stunden auf 52·50° gesunken ist, und constant bleibt. Wird frisch bereitete Dextroselösung 15 Minuten auf 100° erwärmt, so sinkt die Drehung sogleich auf die angegebene Zahl. In stark alkoholischen Lösungen bleibt jedoch die Drehung constant nahezu 100.

Reactionen der Dextrose (nach Tollens):

a) Gelbfärbung mit Natronlauge.
b) Reductionserscheinungen.

Digitized by Google

c) Mit essigsaurer Phenylhydrazinlösung entstehen Osazone.
d) Pikrinsäurereaction. Eine mit einigen Tropfen Natronlauge versetzte und erwärmte Dextroselösung färbt sich nach Zusatz einiger Tropfen Pikrinsäurelösung beim Kochen intensiv blutroth.

III.

Die Lävulose.

Die Lävulose $C_6H_{12}O_6$ (Fruchtzucker, Linksfruchtzucker, Schleimzucker, Syrupzucker) kommt neben Dextrose fast in allen süßen Früchten vor. Sie krystallisirt in kugelig oder strahlenförmig angeordneten Nadeln, welche bei 95° schmelzen und bei 100° beginnen Wasser zu verlieren. In kaltem, absolutem Alkohol ist sie fast unlöslich, dagegen leicht löslich in kochendem Alkohol und Aether.

Die chemischen Eigenschaften der Lävulose sind dieselben wie jene der Dextrose, sie reducirt ebenfalls alkalische Kupferlösung, giebt die Pikrinsäurereaction u. s. w. Sie ist gleichfalls gährungsfähig, und zwar entstehen hierbei dieselben Producte, wie bei der Gährung der Dextrose.

Von letzterer unterscheidet sie sich hauptsächlich durch ihr optisches Verhalten. Während Dextrose die Schwingungsebene des polarisirten Lichtstrahles nach rechts ablenkt, ist die Lävulose linksdrehend. Mit steigender Temperatur verringert sich die specifische Drehung der Lävulose, dieselbe vergrößert sich jedoch mit sinkender Temperatur. Ueberdies ist sie auch in hohem Grade von der Art des Lösungsmittels selbst abhängig. Nach den neuesten Untersuchungen von Herzfeld, Börnstein und Winter ist $(\alpha)D$ der krystallisirten Lävulose in 20procentiger Lösung

Digitized by Google

bei 20° C. = — 71·4°, in alkoholischer dagegen nur 47·0. Die Abnahme des Drehungsvermögens in wässeriger Lösung beträgt pro Grad Celsius Temperaturzunahme 0·5°.

IV.

Der Invertzucker.

Es wurde schon erwähnt, daß Saccharose beim Erwärmen mit verdünnten Säuren, sowie auch in der Kälte bei längerer Berührung mit denselben unter Aufnahme eines Moleculs Wasser in ein Gemenge von gleichen Theilen Dextrose und Lävulose zerfällt:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = \underset{\text{Dextrose}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Lävulose}}{C_6H_{12}O_6}$$

Dieses Gemenge heißt Invertzucker, und zwar deshalb, weil es linksdrehend ist, somit die Drehung der Saccharose umgekehrt, invertirt erscheint.

Dieses sehr süß schmeckende Gemenge von gleichen Theilen Dextrose und Lävulose ist nicht krystallisationsfähig, sondern bildet einen klaren, farblosen Syrup. Nach längerem Stehen erstarrt solcher Syrup zu einer zähen Masse, aus welcher sich Krystalle abscheiden, dieselben bestehen jedoch aus reiner Dextrose.

Das Invertzucker genannte Gemenge von Dextrose und Lävulose findet sich in vielen süßen Früchten, in Blüthen und Blättern. Der im Honig enthaltene Zucker ist fast nur als Invertzucker vorhanden.

Eigenschaften des Invertzuckersyrups. In absolutem Alkohol ist er in der Kälte nur wenig, in Aether nicht löslich. Gemenge von kochendem Alkohol und Aether lösen hauptsächlich Lävulose.

Digitized by Google

Nach Chancel beträgt das specifische Gewicht wässeriger Invertzuckerlösungen:

Procente Invertzucker	Procente Invertzucker
0 = 1·0000	13 = 1·0546
1 = 1·0041	14 = 1·0590
2 = 1·0082	15 = 1·0634
3 = 1·0123	16 = 1·0678
4 = 1·0164	17 = 1·0722
5 = 1·0206	18 = 1·0766
6 = 1·0248	19 = 1·0811
7 = 1·0290	20 = 1·0856
8 = 1·0332	21 = 1·0901
9 = 1·0374	22 = 1·0947
10 = 1·0417	23 = 1·0993
11 = 1·0460	24 = 1·1039
12 = 1·0503	25 = 1·1086

Seinen Bestandtheilen gemäß zeigt der Invertzucker genau das gleiche chemische Verhalten wie Dextrose und Lävulose. Der Invertzucker ist natürlich direct gährungsfähig, doch greift die Hefe vorerst die Dextrose, und in einem späteren Stadium erst die Lävulose an. Diese Erscheinung wurde von Dubrunfaut, welcher dieselbe zuerst beobachtete, als »fermentation élective« bezeichnet.

Durch Erwärmen mit Kalkmilch oder Kalk wird der Invertzucker vollständig zerstört.

Die Linksdrehung der Invertzuckerlösungen beträgt nach v. Lippmann bei einer Concentration von 17·21 Gr. in 100 Cbcm.:

	0°	10°	20°	30°
(α) D =	—27·9°	—24·5°	—21·4°	—18·0°

Mit zunehmender Temperatur nimmt, analog dem Verhalten der einen Componente, der Lävulose, die Drehung des Invertzuckers ab, bei 87—88° C. wird sie gleich Null.

Digitized by Google

Wird Invertzucker bei höherer Temperatur (120 bis 130°) abgedampft und getrocknet, so wird er rechtsdrehend. Wird er wieder mit Säuren erwärmt, so nimmt er abermals Linksdrehung an. (Degener.)

V.

Die Raffinose.

Die Raffinose $C_{36} H_{64} O_{32} + 10 H_2 O$ (Baumwollzucker, Gossypose, Melitose, Melitriose, Raffinotriose) findet sich in größerer Menge in der australischen Manna, welche von Eucalyptusarten stammt, im Baumwollsamenmehl, und in geringer Menge in den Zuckerrüben. Sie ist leichter löslich als die Saccharose und häuft sich daher in den Melassen an, aus welchen sie dann gleichzeitig mit den Nachproducten auskrystallisirt. Früher wurde angenommen, daß die Krystalle solchen raffinosehältigen Zuckers eigenthümlich zugespitzt erscheinen. Nach der ausgezeichneten, schon erwähnten Arbeit Herzfeld's ist diese Erscheinung durchaus nicht allein der Gegenwart von Raffinose zuzuschreiben, sondern wird häufig durch Kalksalze hervorgerufen, meist aber ausschließlich durch die Zähflüssigkeit solcher Syrupe, welche die genannte Krystallisationsstörung hervorbringt. Nach Herzfeld's Ansicht ist überhaupt das Vorkommen der Raffinose in den Producten der Zuckerfabrikation durchaus nicht so verbreitet, wie man bisher annahm, in den meisten Fällen, in welchen man bis nun Raffinose nachgewiesen zu haben glaubte, war solche nicht vorhanden, sondern der Analytiker wurde durch die Unvollkommenheit der üblichen Untersuchungsmethoden irregeführt.

Raffinose bildet dünne Nadeln oder Prismen, welche 15 Procent Wasser enthalten; bei langsamem Erhitzen, zuletzt auf 100°, wird alles Wasser vollständig ausgetrieben.

Digitized by Google

In Wasser ist die Raffinose leicht löslich, 1 Theil in 6—7 Theilen. Starker Alkohol besitzt ein geringes, Methylalkohol ein höheres Lösungsvermögen für dieselbe.

Raffinose ist gährungsfähig. Fehling'sche Lösung wird durch dieselbe nicht reducirt. Wird sie mit Salpetersäure behutsam oxydirt, so liefert sie Schleimsäure, und zwar 22—23 Procent.

Durch Erwärmen mit Säuren wird Raffinose invertirt, und wirkt dann stark reducirend auf Fehling'sche Lösung.

Raffinose ist stark rechtsdrehend. $(\alpha)_D$ beträgt nach Tollens für 10procentige Lösungen 104·5°, Birotation ist nicht zu beobachten. Nach der Inversion sinkt $(\alpha)_D$ schnell auf 53°, und dann allmählich weiter bis auf circa + 20°.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Die analytischen Methoden zur Bestimmung der Zuckerarten.

In der Zuckerfabrikation handelt es sich ausschließlich um die quantitative Bestimmung der Saccharose, ferner des Gemenges von Dextrose und Lävulose, des Invertzuckers, und endlich der Raffinose.

Die Bestimmung der Saccharose kann nach folgenden Methoden erfolgen:

1. Durch Polarisation. Diese Bestimmungsart beruht auf der Thatsache, daß Saccharoselösungen den polarisirten Lichtstrahl nach rechts ablenken. Die Ablenkung, welche eine genau abgewogene, in 100 Cbcm. gelöste zuckerhaltige Substanzmenge in einer Schichte von bekannter Länge bewirkt, wird mittelst eigener Apparate gemessen. Aus der Größe der Ablenkung kann der Zuckergehalt berechnet werden.

2. Durch Ermittlung des specifischen Gewichtes einer Zuckerlösung (aräometrische Zuckerbestimmung). Das specifische Gewicht einer Zuckerlösung steigt mit dem Gehalte an Zucker. Wird das specifische Gewicht mittelst eigener Instrumente (Saccharometer, Pyknometer oder Westphal'scher Wage) erhoben, so kann aus Tabellen der diesem entsprechende Zuckergehalt ersehen werden.

3. Durch die Inversionsmethode. Es wurde schon erwähnt, daß Saccharoselösungen durch Erwärmen mit verdünnten Säuren quantitativ in Invertzuckerlösungen übergeführt werden. Letztere besitzen reducirende Eigenschaften, erstere nicht. Diese Fähigkeit nun, aus alkalischer Kupfer-

Digitized by Google

oxydlösung (Fehling'scher Lösung) Kupferoxydul abzuscheiden, dient zur Bestimmung des aus der Saccharose entstandenen Invertzuckers, aus welcher die Menge der ursprünglich vor der Inversion vorhanden gewesenen Saccharose leicht ermittelt werden kann. Die Bestimmung kann erfolgen

a) entweder gewichtsanalytisch, indem die Menge des ausgeschiedenen Kupferoxyduls, welche zu der vorhanden gewesenen Zuckermenge in einem bestimmten Verhältnisse steht, gewogen wird, oder

b) titrimetrisch, indem das Volumen einer Kupferlösung von bekanntem Gehalte bestimmt wird, welches von einem bekannten Volumen einer invertirten Saccharoselösung reducirt wird.

Die Bestimmung kann auch polarimetrisch erfolgen, indem

c) die Ablenkung einer Saccharoselösung vor der Inversion (Rechtsdrehung) und nach derselben (Linksdrehung) ermittelt wird. Aus diesen beiden Größen und den bekannten specifischen Drehungsvermögen kann dann der Gehalt an Saccharose berechnet werden.

Zur Bestimmung der Saccharose finden sich hauptsächlich die sub 1 und 2 angegebenen Bestimmungsmethoden Anwendung; die sub 3 angeführte Inversionsmethode wird nur dann gebraucht, wenn Producte vorliegen, in welchen nicht ausschließlich Saccharose, sondern neben dieser auch noch anderweitige Zuckerarten von anderem Drehungsvermögen (Invertzucker, Raffinose) vorhanden sind. Die Ausführung der Inversionsmethode erfolgt hauptsächlich nach den unter a und c angegebenen Bestimmungen, da die Titrirmethode zu ungenaue und unverläßliche Resultate liefert.

Die Bestimmung des Invertzuckers erfolgt, wenn solcher als reiner Invertzuckersyrup vorliegt, unter Weglassung der Inversion, mit verdünnten Säuren nach einem der unter 3 a, b und c angegebenen Verfahren. Soll Invertzucker neben Saccharose bestimmt werden, so

Digitized by Google

geschieht dies am zweckmäßigsten nach 3 c. Außerdem kann die Bestimmung des schon vorhandenen Invertzuckers auch gewichtsanalytisch nach 3 a oder titrimetrisch nach 3 b erfolgen.

Die Bestimmung der Raffinose kann nur nach der sub 3 c angegebenen Inversionsmethode, selbstverständlich unter Benützung eigener Formeln, erfolgen.

I.

Die Polarisations-Methode.

A. Polarisation und Polarisations-Apparate.

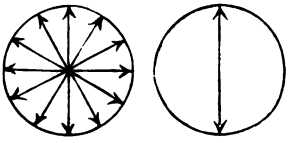
Wesen der Polarisation. Den Weltraum haben wir uns mit Materie in äußerst feiner Vertheilung erfüllt zu denken, welche wir Aether nennen. Das Licht, welches wir wahrnehmen, wird durch wellenförmige Bewegung, Schwingung dieser Aethertheilchen hervorgerufen. Diese Schwingungen erfolgen immer senkrecht auf die Fortpflanzungsrichtung des Lichtstrahles, können jedoch demnach in den unendlich vielen Radien eines Kreises liegen, welchen wir uns um den Lichtstrahl als Mittelpunkt beschrieben denken (Fig. 2). Durch gewisse Umstände können jedoch diese Schwingungen derart beeinflußt werden, daß sie in einer Ebene liegen, daß sie also parallel sind (Fig. 2). Licht, welches sich durch solche Aetherschwingungen, welche parallel sind, fortpflanzt, nennt man polarisirtes Licht, dasselbe unterscheidet sich durch verschiedene Eigenschaften vom gewöhnlichen Lichte.

Die parallele Schwingung der Aethertheilchen, somit polarisirtes Licht, läßt sich in verschiedener Weise erzielen, und zwar durch Reflexion, durch Absorption, und durch einfache und doppelte Brechung.

Digitized by Google

Polarisation des Lichtes durch Reflexion. Zur Beobachtung dieser Erscheinung dient der in Fig. 3 abgebildete Apparat. Derselbe besteht aus zwei Glasspiegeln. Der eine derselben, P Q, ist um die Richtung b c frei

Fig. 2.



drehbar. Der zweite, L M, ist unter einem Winkel von 35° 25′ gegen die Verticale geneigt. Jene Strahlen, welche

Fig. 3.

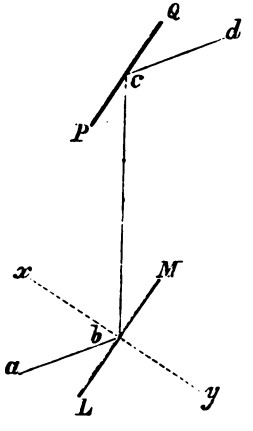
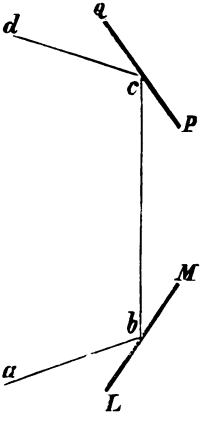


Fig. 4.



in der Richtung a b, das ist unter einem Winkel von 55° zum Einfallslothe x y auf den Spiegel L M auftreffen, werden nach b c zurückgeworfen und hierbei polarisirt. Steht der Spiegel P Q in der in Fig. 4 angegebenen Richtung, so wird der auf ihn fallende Lichtstrahl b c vollkommen

Digitized by Google

nach c d reflectirt. Wird er jedoch um seine Achse gedreht, so vermindert sich die Intensität des von ihm ausgesandten Lichtstrahles immer mehr. Ist er schließlich um 90° gedreht worden, so wird der Strahl b c überhaupt nicht reflectirt und der Spiegel erscheint dunkel. Wird die Drehung fortgesetzt, so beginnt sich der Spiegel wieder zu erhellen, bis er schließlich nach einer Drehung um 180°, in welcher Lage die Einfallsebenen a b c und d c b wieder zusammenfallen, wieder das Maximum der Helligkeit erreicht. Bei weiterer Drehung um 90° (bei 270° also) erscheint er wieder vollkommen dunkel.

Diese Erscheinung kann dazu dienen, einen Lichtstrahl als polarisirt zu erkennen. Läßt man denselben nämlich unter einem Winkel von 55° auf einen Glasspiegel fallen, so muß, sofern der Lichtstrahl polarisirt ist, bei einer Drehung des Glasspiegels um je 90° abwechselnd Verdunkelung und Erhellung stattfinden.

Das geeignetste Mittel, polarisirtes Licht zu erhalten, ist in der Verwendung von Kalkspathkrystallen gegeben. Beim Durchgange eines gewöhnlichen, nicht polarisirten Lichtstrahles durch letztere wird er doppelt gebrochen und dabei gleichzeitig polarisirt. Wird ein Krystall von isländischem Kalkspath (Doppelspath) auf ein Blatt Papier gelegt, auf welchem sich ein schwarzer Punkt befindet, und betrachtet man durch den Krystall den Punkt, so nimmt man in gewisser Entfernung von einander zwei schwarze Punkte wahr. Der einfallende Lichtstrahl wurde somit in zwei Strahlen von verschiedenem Brechungsvermögen zerlegt, welche beide polarisirt sind.

Die Kalkspathkrystalle finden in den Polarisations-Apparaten zur Erzeugung des polarisirten Lichtes Anwendung. Da sie jedoch Doppelbilder liefern, und diese die Beobachtung sehr erschweren oder ganz unmöglich machen würden, werden sie in solcher Weise zugeschliffen und verwendet, daß der eine der beiden Lichtstrahlen vollkommen entfernt wird. Sie werden zu einem Prisma zusammen-

Digitized by Google

gestellt, welches nach seinem Erfinder Nicol'sches Prisma, oder kurz »Nicol« benannt wird.

Die Herstellung eines Nicol'schen Prismas erfolgt in der Weise, daß ein Kalkspathrhomboeder (Fig. 5) an den natürlichen Endflächen a, f, b, c und d, g, c, h, von welchen die erstere mit der Kante a d, die letztere mit c b

Fig. 5.

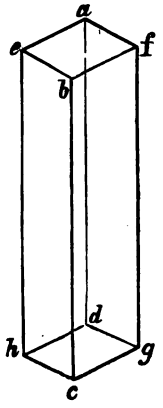


Fig. 6.

einen Winkel von 71° bildet, so weit abgeschliffen wird, daß diese Winkel nur noch 68° betragen (Fig. 6), dann wird das Prisma in der Richtung b' d', welche zu a b' und c d' senkrecht stehen muß, in zwei Hälften zersägt und dieselben, nachdem die Schnittflächen polirt wurden, wieder mit Canadabalsam in der ursprünglichen Lage zusammengekittet. Schließlich werden die Seitenflächen geschwärzt und der »Nicol« (Fig. 7) mittelst Kork in einer Messinghülse befestigt.

Fällt ein Lichtbündel l m (Fig. 8) auf die Endfläche a b', so wird es beim Eintritte in das Prisma in zwei polarisirte Lichtstrahlen zerlegt. Der schwächer gebrochene Strahl m p q durchdringt bei p die Balsam-

Digitized by Google

schichte und tritt in der Richtung q s aus, welche zur Einfallsebene l m parallel liegt. Der stärker abgelenkte Strahl m o trifft bei o die Balsamschichte, diese verhält sich gegen denselben als schwächer brechendes Medium und bewirkt seine totale Reflexion nach o r, wodurch der Strahl eliminirt wird. Er trifft auf die geschwärzte Seitenwand des Prismas und wird hier absorbirt.

Fig. 7.

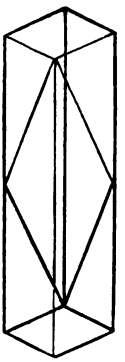
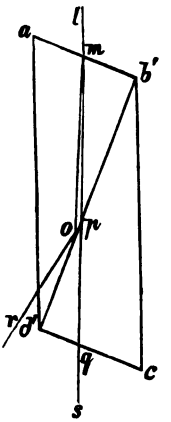


Fig. 8.



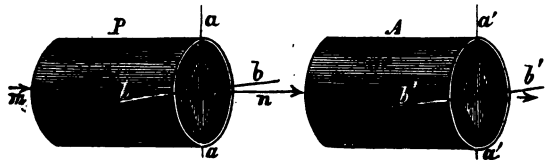
Eine durch die Ecken a, b, c, d des ursprünglichen Kalkspathprismas gelegte Ebene (Fig. 5) bildet den sogenannten Hauptschnitt. Da die Schwingungsebene des austretenden Lichtstrahles senkrecht zu diesem Hauptschnitte des Nicols liegt, so steht sie auch senkrecht zum austretenden Strahle.

Werden zwei solcher Nicol'scher Prismen in der in Fig. 9 angedeuteten Weise hintereinander gelegt, so deuten die Linien b b m und b' b' n die Hauptschnitte, die Linien a a m und a' a' n die darauf senkrecht stehenden Polarisationsebenen an. Das Nicol P sei unbeweglich, das Nicol A um seine Axe drehbar. In dieser Stellung haben beide

Digitized by Google

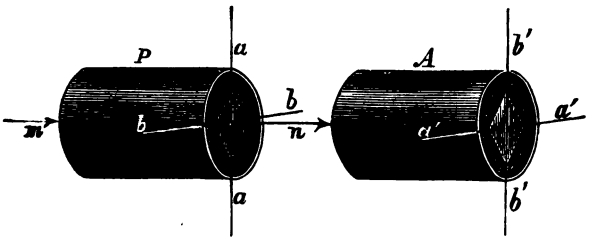
Prismen vollkommen gleiche Lage. Fällt ein gewöhnlicher Lichtstrahl m in P ein, so wird er polarisirt und tritt in der Richtung von n wieder aus. Gelangt er nun nach A, so erleidet er keine Zerlegung, sondern wird nur schwach gebrochen und tritt am Ende von A wieder aus. Wird das

Fig. 9.



Nicol A um 180° gedreht, so wiederholen sich die geschilderten Vorgänge, da dann die Polarisationsebenen wieder zu einander parallel liegen.

Fig. 10.



Dreht man dagegen A nur um 90° (Fig. 10), so stehen die Hauptabschnitte und somit auch die Polarisationsebenen rechtwinkelig aufeinander. Der aus P austretende polarisirte Strahl geht nun jedoch nicht mehr unverändert durch A hindurch, sondern er wird vollständig reflectirt und zum Verschwinden gebracht. Derselbe Vorgang wiederholt sich, wenn das Nicol um 270° gedreht wird, denn dann befinden sich beide Nicols ebenfalls wieder in der in Fig. 10 angegebenen Lage.

Digitized by Google

Die Thatsache, daß in jener Stellung beider Nicols, in welchen ihre Polarisationsebenen senkrecht aufeinander stehen, der Lichtstrahl vollständig reflectirt und in der geschwärzten Seitenwandung des Prismas A absorbirt wird, giebt sich dadurch zu erkennen, daß das Gesichtsfeld dunkel erscheint. Bei der parallelen Lage der Polarisationsebenen ist es dagegen gleichmäßig erleuchtet.

Wird das zweite Nicol um irgend einen Winkel, der größer oder kleiner ist als 90°, gedreht, so erscheint das Gesichtsfeld erhellt, doch nicht so stark, wie bei der parallelen Stellung der Polarisationsebenen. Und zwar ist der Grad der Helligkeit von der Größe des Winkels, welchen die Polarisationsebenen einschließen, abhängig. Diese Erscheinung wird dadurch hervorgerufen, daß in dem zweiten Prisma, sofern es nicht rechtwinkelig zum ersten steht, eine Zerlegung des Lichtstrahles in zwei Strahlen stattfindet.

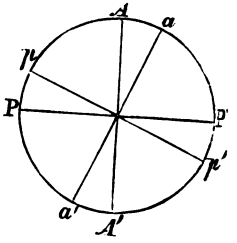
Die geschilderte Eigenschaft der Nicols findet in verschiedenen Abänderungen bei allen Polarisationsinstrumenten Anwendung. Das erste Nicol, in welchem das Licht polarisirt wird, führt den Namen Polarisator, das zweite, in welchem die Zerlegung des Lichtstrahles stattfindet, wird Analysator genannt.

Stehen Polarisator und Analysator derart, daß ihre Polarisationsebenen auf einander senkrecht stehen, somit das Gesichtsfeld dunkel erscheint, und bringt man zwischen beide eine Substanz, welche die Fähigkeit besitzt, die Ebene des polarisirten Lichtstrahles abzulenken, so erscheint das Gesichtsfeld des Analysators erhellt. Und dies aus dem Grunde, weil nun die beiden Polarisationsebenen keinen Winkel von 90°, sondern einen größeren einschließen. Dieser Winkel ist um so größer, ein je größeres specifisches Drehungsvermögen die eingeschaltete Substanz besitzt. Wird nun der Analysator gedreht, so tritt bei einer Drehung um ein gewisses Maß wieder Verdunkelung des Gesichtsfeldes ein, nämlich dann, wenn die beiden Polarisationsebenen wieder die zu einander senkrechte Stellung einnehmen. Besitzt die Polarisationsebene des Polarisators z. B. die in Fig. 11 angegebene Lage P P′,

Digitized by Google

so findet Verdunkelung statt, wenn jene des Analysators sich in der Stellung A A' befindet. Wird nun zwischen Polarisator und Analysator eine Substanz gebracht, welche die Polarisationsebene nach p p' ablenkt, so muß, soll wieder Verdunkelung des Gesichtsfeldes eintreten, der Analysator nach a a' gedreht werden; in dieser Stellung schließen die Polarisationsebenen wieder einen Winkel von 90° ein. Die beiden Abstände A a und P p sind aber einander gleich. Wird daher der Analysator vor einer in Winkelgrade getheilten Scheibe gedreht, auf welcher als Nullpunkt jener Punkt verzeichnet ist, bei welchem ohne Einschaltung eines fremden Körpers vollständige Verdunkelung des Gesichtsfeldes eintritt, so giebt der Punkt, bis zu welchem der Analysator gedreht werden muß, um abermals das Gesichtsfeld gleichmäßig dunkel zu erhalten, gleichzeitig den Ablenkungswinkel an, um welchen der Lichtstrahl durch die optischactive Substanz gedreht wurde.

Fig. 11.



Je nachdem nun, um wieder Dunkelheit des Gesichtsfeldes zu erreichen, der Analysator nach rechts, d. i. gegen 90°, oder nach links, d. i. gegen 270° gedreht werden muß, unterscheidet man rechtsdrehende und linksdrehende Substanzen.

Liegt eine Substanz, deren Drehungsvermögen unbekannt ist, zur Untersuchung vor, so läßt sich dies in der Weise ermitteln, daß man sie in zwei verschiedenen Concentrationen zur Beobachtung bringt. Denn dreht die Substanz beispielsweise die Polarisationsebene nach rechts, und zwar um 50°, so wird ebenfalls Verdunkelung des Gesichtsfeldes eintreten, wenn der Analysator nach links bis zum Theilstriche 230 gedreht wird. In beiden Stellungen ist nämlich dann die Lage der Polarisationsebenen die gleiche. Die Substanz konnte daher ebenso gut um 50° rechtsdrehend, als wie um 360—230 = 130° linksdrehend sein. Wird nun aber diese

Digitized by Google

Substanz in der halben Concentration zur Untersuchung gebracht, so tritt schon bei einer Drehung des Analysators um 25° nach rechts und links, also bei Theilstrich 25 und 205 Verdunkelung des Gesichtsfeldes ein. Dem Winkelgrade 205 entspricht jedoch eine Ablenkung von $360 - 205 = 155°$ nach links; die Flüssigkeit in doppelter Concentration hatte die Polarisationsebene nur um 130° abgelenkt. Mit zunehmender Concentration wird jedoch der Ablenkungswinkel immer größer, die untersuchte Substanz kann daher nicht linksdrehend, sondern muß unbedingt rechtsdrehend sein.

Das weiße Tageslicht ist ein Gemisch einer Reihe von Farben, welche wir als Spectralfarben bezeichnen. Für diese einzelnen Farben ist der Drehungswinkel der Polarisationsebene, wenn dieselben gleiche Schichten optisch-activer Substanzen durchlaufen, durchaus nicht der gleiche. Er ist bei rothem Lichte am kleinsten, bei violettem am größten. Bei ganz genauen polarimetrischen Bestimmungen ist es daher unerläßlich, mit vollkommen gleichwerthigem Lichte zu arbeiten; als solches wird das gelbe Natriumlicht verwendet. Dasselbe wird erzeugt, indem man eine Natriumverbindung, am besten Kochsalz, in der nichtleuchtenden Flamme eines Bunsenbrenners verdampfen läßt. Da die gelbe Natriumflamme identisch mit dem Strahle D des Spectrums ist, bezeichnet man die unter Benützung des Natriumlichtes gemessenen Drehungswinkel optisch-activer Substanzen mit αD. Jene Beobachtungen, welche mit weißem Lichte (Gaslicht) gemacht wurden, liefern bei Farbenapparaten die Ablenkung für die sogenannte Uebergangsfarbe (jaune moyen), d. h. die Complementärfarbe für mittlere gelbe Strahlen, und werden mit αj bezeichnet. Die Werthe αj sind immer größer als die für αD beobachteten. Annähernd ist $\alpha j = {}^9/_8 \alpha D$, $\alpha D = {}^8/_9 \alpha j$.

Specifisches Drehungsvermögen. Biot zeigte zuerst, daß ein Vergleich des Drehungsvermögens zweier Körper nicht schon auf Grund der Beobachtungen bei gleicher Concentration und gleicher Beobachtungsschicht (10 Cm.)

Digitized by Google

gemacht werden könne, denn es bewirkt die verschiedene Dichte ebenfalls eine Beeinflussung der Ablenkung. Um daher untereinander vollkommen vergleichbare Zahlen zu erhalten, muß man die Drehung für die gleiche Dichte berechnen. Als solche wird die ideale Dichte 1 angenommen. Es sind demnach die Ablenkungswinkel α der untersuchten Flüssigkeit durch deren specifisches Gewicht d zu dividiren. Der so auf die ideale Dichte 1 und ferner auf die Länge eines Decimeters (l) bezogene Ablenkungswinkel einer flüssigen Substanz wird nach Biot als das specifische Drehungsvermögen bezeichnet. Dasselbe, welches durch das Symbol $[\alpha]$ bezeichnet wird, ist demnach

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l \times d}.$$

Für gleiche Temperaturen ist das specifische Drehungsvermögen einer Substanz stets das gleiche.

Bei festen, optisch-activen Körpern, welche zur Beobachtung erst in einem indifferenten Lösungsmittel gelöst werden müssen, berechnet man das specifische Drehungsvermögen nach der Formel:

$$[\alpha] = \frac{\alpha\,(P + E)}{l \times P \times d},$$

worin P die Gramme der gelösten Substanz, E die Gramme des Lösungsmittels, und d die Dichte der Lösung bedeuten.

Circular- oder Kreispolarisation. Wird eine senkrecht zur Hauptachse des ursprünglichen Krystalls geschnittene Quarzplatte zwischen die Spiegel des eingangs beschriebenen Apparates (siehe Fig. 3) gebracht und ihr Bild im oberen Spiegel beobachtet, so erscheint dieses niemals hell oder dunkel, sondern, wie der Spiegel auch gedreht wird, stets lebhaft gefärbt. Die Farben dieses Bildes wechseln mit der Drehung des Spiegels, sie folgen einander in der Reihenfolge, in welcher sie im Sonnenspectrum oder im Regenbogen beobachtet werden können. Diese Erscheinung wird Circularpolarisation genannt. Sie wird durch die

Digitized by Google

Fähigkeit des Bergkrystalls, die Polarisationsebenen der gefärbten Strahlen, aus welchen das weiße Licht zusammengesetzt ist, verschieden stark abzulenken, bedingt.

Je nach der Anordnung gewisser Flächen an Krystallen des Quarzes giebt es Krystalle dieses Minerals, welche die Polarisationsebene nach links, und solche, welche dieselbe nach rechts ablenken. Wie bei allen festen Körpern, wächst natürlich die Größe der Ablenkung mit der Dicke der Platte.

Wie schon erwähnt, besitzen auch die Zuckerarten die Fähigkeit, die Ebene des polarisirten Lichtstrahles abzulenken; die Ablenkung wächst einerseits mit der Länge der vom polarisirten Lichtstrahle durchlaufenen Schicht, andererseits mit der Concentration der Lösung.

Die Construction der Polarisationsinstrumente beruht dem Principe nach darauf, daß gleiche Gewichtsmengen der zuckerhaltigen Substanzen zu gleichen Volumen gelöst und in Schichten von gleicher Dicke (200 Mm.) der Beobachtung unterzogen werden. Die ermittelte Drehung wird dann nur von der thatsächlich vorhandenen Saccharose bewirkt. Nachdem nun das specifische Drehungsvermögen der Saccharose (sowie aller anderen Zuckerarten, die sämmtlich optisch activ sind) genau bekannt ist, läßt sich aus diesem und der beobachteten Ablenkung der Polarisationsebene durch die auf die Menge des Zuckergehaltes zu untersuchende Substanz genau deren thatsächlichen Zuckergehalt ermitteln. Es wurden übrigens Apparate construirt, welche bei Anwendung eines gewissen Gewichtes der zu untersuchenden Substanz (Normalgewicht) direct Procente Zucker abzulesen gestatten.

Die Apparate zur quantitativen Zuckerbestimmung (Polarisationsapparate) lassen sich ihrer Construction nach in zwei große Gruppen eintheilen, und zwar

α) in solche, bei welchen die Ablesung des Ablenkungswinkels in Kreisgraden erfolgt (Polaristrobometer),

β) in solche, welche an Stelle der Kreistheilung eine empirische Scala besitzen, an welcher direct Procente Saccharose abgelesen werden können. Diese Apparate sind speciell zur Bestimmung des Gehaltes an Rohr- (Rüben-)

Digitized by Google

Zucker angefertigt, und führen den Namen Saccharometer.

Mit Rücksicht auf die Art der Einstellung der Apparate, ob dieselbe nämlich auf Farbengleichheit oder gleicher Beleuchtungsintensität der Gesichtshälften beruht, lassen sich Farben- und Halbschattenapparate unterscheiden.

α. Polaristrobometer.

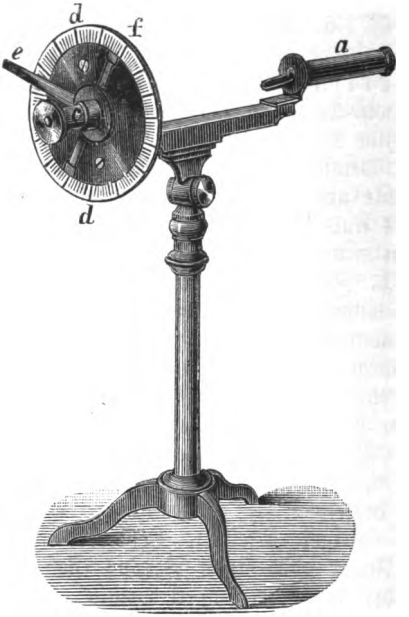
Mitscherlich's Polarisationsapparat. Dieser Apparat ist zwar ganz außer Gebrauch, er soll hier jedoch aus dem Grunde kurz beschrieben werden, da seiner Einfachheit wegen an demselben die Bestimmung und Wirkung der einzelnen Theile am leichtesten zu übersehen ist. Er besteht (Fig. 12) blos aus den beiden Nicol'schen Prismen, welche an den Enden einer horizontalen Messing- oder Holzschiene angebracht sind. Zwischen dieselben wird die zu beobachtende Flüssigkeit in einem Rohre eingeschaltet. Der optische Theil dieses Instrumentes ist horizontal angeordnet, der leichteren Handhabung wegen ist die Schiene in einer Charniere drehbar. Das polarisirende Nicol ist in der drehbaren Hülse a enthalten, dieselbe kann mittelst einer Schraube in ihrer Lage fixirt werden. Das analysirende Nicol ist in der Hülse c untergebracht, und ist sammt der Hülse um seine Axe frei drehbar. An derselben ist ein Handgriff e und ferner ein doppelarmiger Zeiger befestigt. Letzterer trägt an seinen Enden einen Index oder einen Nonius (siehe weiter unten), welcher sich der Kreistheilung d entlang bewegt. Um die Beobachtungen mit diesem Apparate zu erleichtern, wird derselbe außerdem noch mit einer convexen Linie in der Polarisatorhülse, welche die Lichtstärke vermehrt und ein rundes Gesichtsfeld liefert, und ferner mit einem kleinen Fernrohre in der Analysatorhülse versehen, welches die scharfe Einstellung des Gesichtsfeldes ermöglicht.

Die Beobachtungen mit diesem Apparate erfolgen am besten unter Verwendung von Natriumlicht.

Digitized by Google

Stellt man den einen Zeiger des Apparates genau auf den Nullpunkt der Kreistheilung, wobei der andere dann auf 180° stehen muß, und blickt man durch den Apparat, so erscheint das Gesichtsfeld hell und durch einen dunklen Streifen mit etwas verwaschenen Hälften in zwei ganz gleiche

Fig. 12.

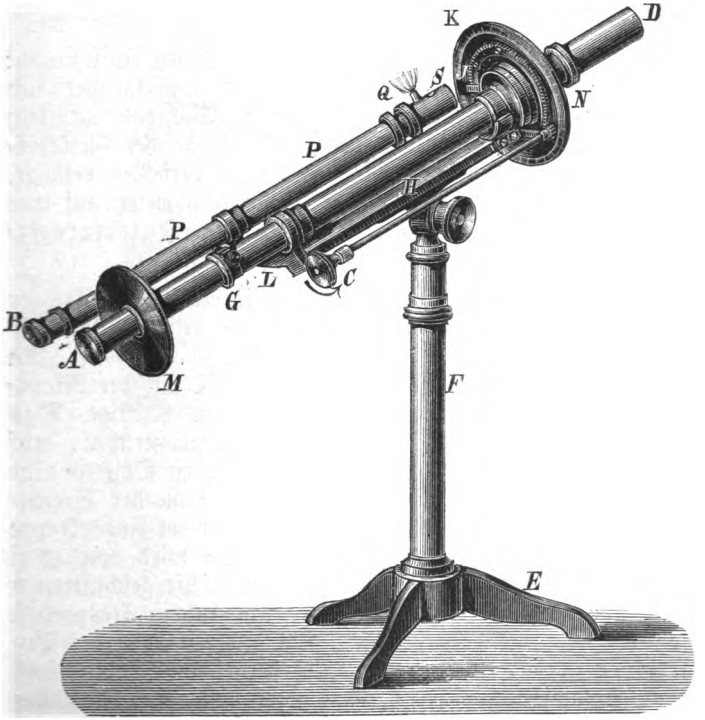


Theile getheilt. Tritt diese Erscheinung nicht oder nur unvollständig auf, so ist dies ein Zeichen, daß der Polarisator eine unrichtige Stellung einnimmt. Um diese zu beheben, wird der Polarisator so lange gedreht, bis das geschilderte Aussehen des Gesichtsfeldes in voller Schärfe und Klarheit zu Tage tritt, dann wird derselbe mittelst der Schraube unverrückbar in seiner Lage befestigt.

Digitized by Google

Soll der Drehungswinkel einer Substanz ermittelt werden, so bereitet man sich eine Lösung derselben von bekannter Concentration, füllt damit eine 200 Mm. lange

Fig. 13.



Röhre und legt diese in den Apparat. Das Gesichtsfeld wird nun hell erscheinen. Durch Drehung am Analysator wird der dunkle Streifen wieder zum Vorschein gebracht und genau in die Mitte des Gesichtsfeldes eingestellt, wobei er mit voller Schärfe hervortreten muß. Bei rechtsdrehenden

Digitized by Google

Substanzen ist hierbei der Analysator nach rechts, im Sinne des Uhrzeigers zu drehen, bei linksdrehenden in der entgegengesetzten Richtung. Sollte die Art der Drehung unbekannt sein, so ist dieselbe leicht nach der auf Seite 31 angegebenen Weise zu finden. Die Einstellung wird mehreremale wiederholt und aus den erhaltenen Resultaten das Mittel genommen.

Polaristrobometer von Wild. Dieses Instrument wurde 1864 von Wild construirt und unterscheidet sich wesentlich von allen anderen Apparaten. Während nämlich bei letzteren die Einstellung auf gleiche Farbe der Gesichtshälften, beziehungsweise gleiche Helligkeit derselben erfolgt, geschieht sie bei dem Wild'schen Polaristrobometer auf das Verschwinden gewisser dunkler Streifen, welche Interferenzstreifen oder -Fransen genannt werden.

Das Instrument ist in Fig. 13 abgebildet. Der Träger H, welcher auf der auf dem Dreifuße E befestigten Säule F ruht, ist in horizontaler und verticaler Ebene drehbar. An einem Ende desselben ist die Kreisscheibe K mit der Nicolfassung N, am anderen das Polariskop A befestigt. Das Polariskop besteht aus einem schwach vergrößernden, auf Unendlich eingestelltem Fernrohre, vor dessen Objectiv eine Doppelplatte aus Kalkspath angebracht ist; in der Brennweite des Objectivs befindet sich ein mit einem Fadenkreuze versehenes Diaphragma. Die Doppelplatte wird von zwei 3 Mm. dicken, unter 45° zur optischen Achse geschnittenen und mit ihren Hauptschnitten sich rechtwinkelig kreuzenden Platten aus Kalkspath gebildet. Am anderen Ende des Polariskops ist das analysirende Nicol derart eingeschoben, daß seine Polarisationsebene vertical steht und mit jener der gekreuzten Doppelplatte einen Winkel von 45° einschließt. Die beim Ocular angebrachte Blendscheibe M hat das Seitenlicht vom Auge des Beobachters abzuhalten.

In der am getheilten Kreise K aufgeschobenen Hülse N ist das polarisirende Nicol eingeschoben; auf die Fassung desselben wird das Blendrohr D aufgesteckt.

Digitized by Google

Die Kreisscheibe sammt Nicol läßt sich vom Messingknopfe C aus vermittelst eines Zahngetriebes drehen. Der Index J zur Ablesung der Kreisscheibe ist am Träger der letzteren angebracht und ist entweder nur durch einen einfachen Strich angedeutet oder, bei den vollkommeneren Apparaten, mit einem Nonius versehen. Zur Ablesung dient das Fernrohr P, dessen Ocular B unmittelbar neben dem Ocular A des Polariskops liegt. Die Beleuchtung der Scala erfolgt mittelst des durchbrochenen und drehbaren Metallspiegels S am Objectivende des Ablesefernrohres; als Lichtquelle dient die kleine Gasflamme Q.

Fig. 14.

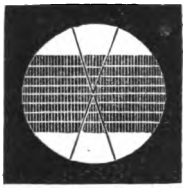
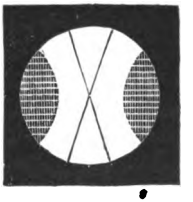


Fig. 15.



Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes geschieht mittelst homogenen Natriumlichtes. Ist der Apparat richtig justirt, so erscheint das Gesichtsfeld bei einer Stellung der getheilten Scheibe auf circa 45^0 gelb beleuchtet und von den horizontal verlaufenden schwarzen Interferenzfransen durchzogen (Fig. 14). Wird nun am Knopfe C in der Richtung des Pfeiles so lange gedreht, bis diese Interferenzstreifen verschwinden, so daß nur das helle Gesichtsfeld mit dem Fadenkreuze sichtbar bleibt, so entspricht dieser Stellung des Nicols der Nullpunkt des Apparates. Sollte dieser Punkt nicht mit dem Nullpunkte auf der Kreistheilung zusammenfallen, so ist die Stellung des Polarisators mit Hilfe der beiden Correctionsschrauben bei G in seiner Hülse L zu berichtigen. Derselbe wird soweit nach rechts oder links gedreht, bis eben die Auslöschung der Interferenzstreifen erfolgt.

Digitized by Google

Wird nun ein mit einer optisch activen Flüssigkeit gefülltes Rohr in den Apparat gelegt, so erscheinen die Interferenzfransen wieder im Gesichtsfelde. Man muß jetzt das Polariscop mit dem Nicol so weit nach rechts oder links drehen, bis diese Streifen eben wieder verschwinden (Fig. 15). Die Differenz der jetzt abgelesenen Stellung der Kreistheilung von der ursprünglichen giebt unmittelbar in Graden und Bruchtheilen eines Grades die Größe der Drehung der Polarisatorebene durch die eingeschaltete Substanz an.

Halbschattenapparate (Polarimètres à pénombre) von Jellet, Cornu und Laurent. Bei den Halbschattenapparaten erfolgt die Einstellung nicht auf Farbengleichheit oder auf das Verschwinden der Interferenzstreifen, sondern auf die gleiche Helligkeit beider Hälften des Gesichtsfeldes.

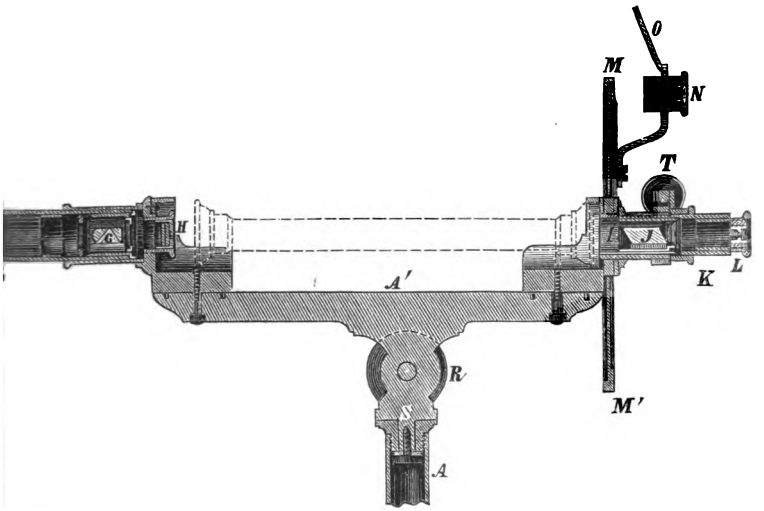
Das erste derartige Instrument wurde im Jahre 1860 von Jellet construirt. Bei demselben befindet sich dicht hinter einem polarisirenden und knapp vor einem analysirenden Nicol ein langes Kalkspathrhomboeder, welches durch Abschleifen der Enden in ein gerades Prisma verwandelt wurde. Dasselbe wird der Länge nach in zwei Hälften zerschnitten, welche in umgekehrter Lage wieder vereinigt werden. Dieses Prisma befindet sich in einer Fassung, welche an den Enden mit Diaphragmen, welche kreisförmige Ausschnitte besitzen, versehen ist. Das auf die angegebene Weise erzielte runde Gesichtsfeld wird durch den Schnitt im Prisma in zwei gleiche Theile getheilt. Geht nun polarisirtes Licht durch den Apparat, so erlischt es beim Drehen des Analysators in der einen oder der anderen Hälfte, da diese ja verkehrt zu einander stehen. In der Mittellage findet gleichmäßige Belichtung beider Gesichtshälften statt. Wird nun eine active Substanz eingeschaltet, so wird die gleichmäßige Belichtung gestört; um sie wieder herzustellen, muß der Analysator um einen bestimmten Winkel gedreht werden, welcher die stattfindende Ablenkung angiebt.

Apparat von Cornu. Derselbe besitzt ein dem früher beschriebenen gleich construirtes analysirendes Nicol, jedoch einen eigens gestalteten Polarisator. Derselbe wird aus einem

Digitized by Google

Nicol'schen Prisma in der Weise hergestellt, daß man dasselbe entsprechend der Ebene der kleinen Diagonale entzweischneidet, dann jede Schnittfläche um einen Winkel von $2^1/_2{}^0$ abschleift und die Stücke wieder mit Canadabalsam verkittet. Es entsteht auf diese Weise ein doppeltes Nicol'sches Prisma, welches zwei einen Winkel von 5^0 mit einander

Fig. 16.



bildende Hauptschnitte besitzt. Wird der Analysator gedreht, so tritt, wenn dessen Hauptschnitt gerade senkrecht zu einem der beiden Hauptschnitte des Polarisators steht, vollständige Verdunkelung der betreffenden Hälfte des Gesichtsfeldes ein, während die andere noch erhellt bleibt. Eine Drehung um 5^0 wechselt dieses Verhältniß, dazwischen findet sich aber eine Stellung, bei welcher beide Hälften einen gleichen Grad von beginnender Dunkelheit zeigen.

Große Verbreitung hat in Frankreich der von Laurent construirte Halbschattenapparat gefunden. Derselbe ist in

Digitized by Google

Fig. 16 abgebildet. An dem Stativ A ist mittelst der Schraube S das Charnier R befestigt, welches den Träger A' trägt. Derselbe ist somit in der Verticalebene drehbar. Am äußersten Theile des optischen Apparates befindet sich ein Diaphragma F, in diesem befindet sich, zwischen zwei Glasplatten festgehalten, ein Krystall von Kaliumbichromat, welcher die letzten Reste von blauen und violetten Strahlen, welche noch von der als Lichtquelle dienenden Natriumflamme ausgehen könnten, absorbirt, während die gelben Strahlen ungehindert hindurchgehen. Hierauf folgt ein doppelt brechendes Kalkspathprisma G, in welchem der ordentliche Strahl abgelenkt und durch Diaphragmen aufgefangen wird. Die Hülse dieses Prismas kann schwach gedreht werden. Vor dem zweiten Diaphragma H ist eine dünne, parallel zur Achse geschliffene Quarzscheibe in der Weise befestigt, daß sie nur die Hälfte der Diaphragmaöffnung verdeckt.

In den mittleren Theil des Apparates wird die in der Zeichnung punktirte Beobachtungsröhre eingelegt. Das Ende des Analysators ist gegen die Beobachtungsröhre zu durch ein Diaphragma I begrenzt, auf dieses folgt der Analysator, das Nicol J, darauf das Objectiv K und schließlich ein kleines verschiebbares Galiläisches Fernrohr L.

Der Analysator sammt dem Fernrohre ist mittelst eines Armes vor dem getheilten Kreis M drehbar.

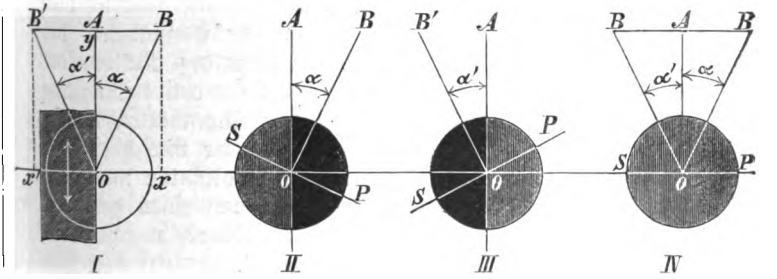
Die Wirkung der nach dem Polarisator eingeschalteten, das Diaphragma H zur Hälfte bedeckenden dünnen Quarzplatte ergiebt sich aus Folgendem:

In Fig. 17 ist das Diaphragma vergrößert und derart dargestellt, wie es durch das Fernrohr gesehen wird. Die linke Hälfte wird durch die Quarzplatte bedeckt, deren Achse der Trennungslinie O A parallel ist. Die rechte Hälfte ist dagegen ganz frei und läßt das vom Polarisator kommende Licht ohne Ablenkung durch. Es sei zunächst die Polarisationsebene parallel zu O A. Dreht man bei unveränderter Lage derselben den Analysator, so geht das Gesichtsfeld nach und nach von totaler Verdunkelung zum Maximum der Helligkeit über und beide Hälften des Gesichtsfeldes bleiben

Digitized by Google

dabei an Intensität stets gleich, ganz als wenn die Quarzplatte nicht vorhanden wäre. Wird nun, bei unveränderter Lage der Platte der Polarisator derart gedreht, daß sein Hauptschnitt in die Richtung O B (Fig. 17) gelangt und mit der Achse einen beliebigen Winkel α bildet, so stellt O B die Polarisationsebene eines Strahles dar. Dieser läßt sich in zwei Componenten zerlegen, wovon die eine O y parallel zur Achse O A der Quarzplatte liegt, die andere O x senkrecht auf letzterer steht. Die letztere wird in der rechten Gesichtshälfte, ohne eine Ablenkung zu erfahren, ihren Weg fortsetzen,

Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20.



auf der Linken wird sie aber durch die Quarzplatte abgelenkt. Der Zweck dieser Platte besteht aber darin, einen Hauptschnitt O B' zu bestimmen, welcher mit dem Hauptschnitte O B der rechten Seite eine symmetrische Lage gegen die Trennungslinie O A einnimmt.

Läßt man den Polarisator unverändert in dieser Lage und dreht man den Analysator so, daß sein Hauptschnitt S P, wie Fig. 18 zeigt, auf O B senkrecht steht, so wird auf der rechten Seite vollkommene Dunkelheit, auf der linken dagegen Halbdunkel eintreten. Umgekehrt wird, wenn der Hauptschnitt S P des Analysators, wie in Fig. 19, senkrecht auf O B' steht, auf der linken Seite totale Dunkelheit, auf der rechten Halbdunkel herrschen. Richtet man endlich den Hauptschnitt S P auf O A senkrecht, wie in Fig. 20 ange-

Digitized by Google

geben, so wird, weil a = a', auf beiden Seiten des Gesichtsfeldes Halbdunkel eintreten.

Läßt man nun den Analysator unverändert in dieser Lage und dreht den Polarisator so, daß sein Hauptschnitt mit O A einen Winkel von 0 bis 45° bildet, so zeigen die beiden Gesichtshälften stets gleiche Intensität, während ihre gemeinschaftliche Intensität von der totalen Verdunkelung nach und nach zum Maximum der Helligkeit übergeht. Dreht man aber, während der Hauptschnitt des Polarisators einen beliebigen Winkel mit O A bildet, den Analysator um einen kleinen Winkel links oder rechts von S P, so hört die Gleichheit der Töne beider Hälften des Gesichtsfeldes auf, die eine wird dunkler, die andere heller. Dieser schroffe Wechsel von hell und dunkel gestattet es, mit großer Genauigkeit die Stellung des Analysators, d. h. die Lage des Nullpunktes des Instrumentes zu bestimmen, wenn keine active Substanz eingeschaltet ist. Wird nun eine Substanz eingeschaltet, welche optisch activ ist, so wird durch dieselbe die Gleichheit der Belichtungsintensität aufgehoben. Der Analysator muß alsdann, um wieder Gleichheit herzustellen, um einen gewissen Winkel gedreht werden, und dieser Winkel ist es, welcher dem Ablenkungswinkel der Substanz entspricht.

Zur Regulirung des Apparates stellt man zunächst den Polarisator fest, schaltet eine 200 Mm. lange, mit Wasser gefüllte Beobachtungsröhre ein und führt den Nullpunkt des Nonius circa um $1^1/_2$ Grad der Theilung rechts oder links vom Nullpunkte. Durch das Fernrohr erblickt man dann eine in zwei Hälften getheilte Scheibe, deren eine hellgelb, die andere dunkelgelb gefärbt erscheint. Durch entsprechendes Vor- oder Zurückschieben des Fernrohroculars wird dieses Bild scharf eingestellt; je schärfer die Abgrenzung der beiden Gesichtshälften wahrnehmbar ist, desto empfindlicher ist der Apparat. Ist Gleichheit des Tones hergestellt, so verschwindet die Trennungslinie vollständig. Wird nun der Nullpunkt des Nonius genau auf jenen der Kreistheilung gestellt, so müssen beide Hälften des Gesichtsfeldes gleichmäßig dunkelgraugelb gefärbt erscheinen; ist dies der Fall, so ist der

Digitized by Google

Apparat vollkommen in Ordnung. Schaltet man jetzt ein mit einer optisch activen Flüssigkeit gefülltes Rohr in den Apparat, so erscheinen beide Gesichtshälften heller, jedoch ungleichmäßig beschattet. Durch entsprechende Drehung des Analysators wird die Gleichheit auf beiden Gesichtshälften wieder hergestellt; die an der Kreistheilung abzulesende Ablenkung entspricht dem Drehungswinkel der Substanz.

Apparate, welche mehr für wissenschaftliche Untersuchungen berechnet sind, als für den Gebrauch der Praxis, sind die nach dem System von Landolt-Lippich gebauten Polarisationsinstrumente.

F. Strohmer*) beschreibt einen solchen Apparat folgendermaßen:

»Der Landolt-Lippich'sche Polarisationsapparat, wie er von der Firma Franz Schmidt & Haensch in Berlin ausgeführt wird, besteht in seiner neuesten Vervollkommnung aus zwei massiven Ständern, welche durch vier, respective drei parallele und absolut gleich lange Messingstangen verbunden sind. Der der Lampe zugedrehte Ständer trägt den Polarisator mit der Lippich'schen Combination zweier Nicols und einer Beleuchtungslinse. Die Nicols sind so montirt, daß das feststehende, mit sehr scharfer Kante versehene das halbe Gesichtsfeld, das zweite bewegliche, mit einem Index versehene, größere Nicol das ganze Gesichtsfeld ausfüllt; für die Stellung des Index befindet sich am Ständer ein Kreissegment, an welchem die jeweilige Stellung der Polarisationsrichtung des großen Nicols abzulesen ist, d. h. steht der Index auf O, so sind die Polarisationsebenen in beiden Nicols gleich, mithin wirken dieselben wie ein Nicol; in Kreuzung mit dem analysirenden Nicol entsteht also vollständige Auslöschung des Gesichtsfeldes (kein Halbschatten); jede andere Lage des Index giebt für jede Hälfte eine andere Polarisationsrichtung; mithin wird der Analysator in zwei verschiedenen, sehr nahe nebeneinander liegenden Winkeln auslöschen. Die Mittellage mit absoluter Gleichheit

*) Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirthschaft. 1890.

Digitized by Google

bezeichnen wir mit Halbschatten, welcher um so tiefer ist, je mehr die Indexlage sich der Nulllage nähert; je tiefer, um so empfindlicher der Halbschatten; man wird also bei hellen Lösungen den tiefsten Halbschatten wählen.«

»Im zweiten Ständer befindet sich das analysirende Nicol, welches drehbar und mit einem getheilten Kreise versehen ist. Die jeweilige Stellung dieses Nicols wird durch zwei Mikroskope abgelesen. Ferner ist mit der Fassung dieses Nicols ein Beobachtungsfernrohr verbunden, dessen Stellung die richtige ist, wenn man die scharfe Kante des kleineren Nicols vom Polarisator absolut scharf sieht; selbstverständlich muß das Fernrohr vom Beobachter selbst, je nachdem Röhren mit Flüssigkeit im Apparate sich befinden oder nicht, neu eingestellt werden. Der Apparat ist auf eine Röhrenlänge bis zu 500 Mm. eingerichtet und mit einer Schlittenvorrichtung zum gleichzeitigen Einlegen von zwei Beobachtungsröhren versehen. Die letzteren sind sämmtliche aus Glas mit Tubus für Thermometer und Nickelmantel für Wasserumspülung.«

»Die Fein- und Grobeinstellung des Kreises, respective des mit demselben verbundenen Analysators besteht erstens in einer Bremsvorrichtung am Fernrohr unter Benützung einer Mikrometerschraube, welche den gebremsten Hebelarm bewegt, und zweitens nach Lüftung der Bremsschraube durch directe Drehung zweier senkrecht gekreuzter metallener Arme.«

»Aufstellung des Apparates: Um eine bequeme Höhe des Apparates zu haben, wird derselbe auf einen eigenen Kasten, welcher unter seiner oberen Platte ein ausziehbares Schubbrett für die Beobachtungslampe enthält, gestellt; diese letztere wird in gerader Richtung der Achse des Apparates um circa drei Viertel der Länge desselben vom Polarisator aufgestellt; ist die Natriumlichtlampe mit einem Schornsteine versehen, so muß das Loch desselben in Achsenhöhe liegen. Natürlich wird die Lampe so dirigirt, daß der hellste Theil der Flamme dieses Loch erleuchtet. Die Flamme steht überhaupt gut, wenn deren scharfes Bild

Digitized by Google

in den Analysator fällt; mittelst eines Stückchen Papiers, auf welchem das Bild aufgefangen wird, kann man leicht die richtige Stellung verfolgen.«

»Die Theilung des Kreises ist eine solche, daß die durch Mikroskope vorzunehmende Ablesung 10 Secunden beträgt, oder bei decimaler Theilung $^1/_{1000}$ Grad.«

»Die Beobachtungslampe besteht aus einem verbesserten Bunsen-Terquem-Brenner mit zwei darüberliegenden, mit Natron gesättigten Platinreusen. — Landolt hat diese Beleuchtungslampe durch ein sehr passendes Stativ mit Schornsteinvorrichtung, um unnützes Licht abzuwenden, verbessert.«

»Die Beleuchtungslampen dienen zur Beleuchtung der Mikroskoptrommeln und der Theilung des Kreises. Sie sind für Gasbeleuchtung construirt. Der Brenner ist von einem Metallcylinder umgeben, in welchem sich zwei Oeffnungen mit Verschraubungen zur Aufnahme der Beleuchtungs-Glasstäbe befinden. Die Letzteren werden so dirigirt, daß der eine sein Licht auf die Trommel, der andere das seinige in die mit Gyps ausgefüllte Höhlung des Mikroskops wirft.«

»Die Ablesung des Theilkreises, respective die Stellung des Analysators. Die Mikroskope geben 0·002 Grad an und man kann sehr bequem 0·001 Grad schätzen.«

»Die Mikroskope besitzen eine Mikrometerschraube, vermittelst welcher ein Fadenpaar durch das Gesichtsfeld bewegt wird. Die Umdrehungen der Schrauben werden durch einen mit Zähnen versehenen Kamm gezählt, d. h. jeder Zahn entspricht einer Umdrehung. Steht das Fadenpaar im mittleren, tiefer geschnittenen Zahn und die Trommel der Mikrometerschraube auf Null, so ist dieses die richtige Nullage des Apparates. Das mit der Schraube fortbewegte Fadenpaar wird durch Verschiebung des Nullpolars scharf gestellt; zu gleicher Zeit sieht man auch die Theilung bei ausreichender Beleuchtung scharf.«

Digitized by Google

»Der Theilkreis ist in $^1/_5$ Grad getheilt, mithin 1 Intervall = 0·2 Grade. 2 Umdrehungen der Schraube = 1 Intervall, also 1 Umdrehung = 0·1 Grad; die Trommel der Schraube ist in 50 Theile getheilt, mithin jedes Intervall derselben = 0·002 Grad. Die Zahlen der Trommel aufsteigend (dieselbe also in zuschraubender Richtung drehend) zählen addirend zu dem in dem rechten Mikroskop erblickten nächsten Theilungsstrich, unterhalb der auf Nulllage eingestellten Trommel; im linken Mikroskop umgekehrt. Z. B.: Im rechten Mikroskop steht der Parallelfaden im tiefsten Kammeinschnitt, die Trommel genau auf 0, der nächste unter den Parallelfäden liegende Theilstrich ergiebt z. B. $181^3/_5 = 181·6$ Grade; die Trommel wird zugeschraubt; wir finden eine ganze Umdrehung und noch die Zahl 60 + 3 Theilstriche auf der Trommel, so haben wir also

		181·6	Grade
eine Umdrehung	=	0·1	Grad
an der Trommel 60	=	0·060	Grade
3 Theile der Trommel à $^2/_{1000}$ . . .	=	0·006	»
	mithin	181·766	Grade

Gesammtablesung.«

β. Saccharometer.

Mit den bisher beschriebenen Apparaten läßt sich nur das Drehungsvermögen einer optisch activen Substanz bestimmen; um aus diesen den Gehalt der untersuchten Lösung an der optisch activen Substanz zu ermitteln, ist eine Berechnung unter Berücksichtigung ihres specifischen Drehungsvermögens sowie der Concentration, welche die untersuchte Lösung besaß, erforderlich. Da diese Apparate demnach den Anforderungen der Praxis nicht entsprechen, wurden Instrumente construirt, welche bei Einwage eines bestimmten Gewichtes der zuckerhaltigen Substanz, Lösung derselben zu einem bestimmten Volumen Flüssigkeit und Beobachtung

Digitized by Google

in einer Schichte von bestimmter Länge (200 Mm.) direct die Ablesung von Procenten Zucker an der Scala gestatten.

Die Bestimmung des Zuckergehaltes wässeriger Lösungen fußt auf folgenden, von Biot aufgestellten Sätzen:

1. Die Ablenkung der Polarisationsebene ist proportional der Länge der Flüssigkeitsschichte;

2. die Ablenkung ist proportional der Concentration, d. h. der Anzahl Grammen Zuckers in der Volumeinheit (100 Cbcm.).

Ist demnach durch einen Versuch der Drehungswinkel ermittelt worden, welcher einer Zuckerlösung von bekannter Concentration in einer Röhre von bestimmter Länge zukommt, so läßt sich aus der beobachteten Ablenkung irgend einer unbekannten Lösung die in 100 Cbcm. derselben enthaltenen Anzahl Grammen Zuckers durch eine einfache Proportion berechnen.

Als Saccharometer kann jeder der bis nun beschriebenen Polarisationsapparate dienen, dieselben werden jedoch zu diesem Zwecke mit Scalen versehen, welche direct die Ablesung der vorhandenen Zuckermenge in Procenten gestatten. Die wichtigsten dieser Saccharometer, welche in der Technik eine große Bedeutung erlangt haben, sind folgende.

Saccharometer nach Soleil-Ventzke-Scheibler.

Dieses Instrument wurde von Soleil im Jahre 1848 angegeben und später von Soleil und Dubosque verbessert. Jene Apparate, welche in Deutschland im Gebrauche stehen, wurden von Ventzke durch Einführung einer anderen Scala, sowie von Scheibler durch zweckmäßige Veränderungen des mechanischen Theiles wesentlich vervollkommnet. —

Die optische Einrichtung des Soleil-Ventzke-Scheiblerschen Saccharometer beruht auf zwei von Biot ermittelten Thatsachen, nämlich:

Digitized by Google

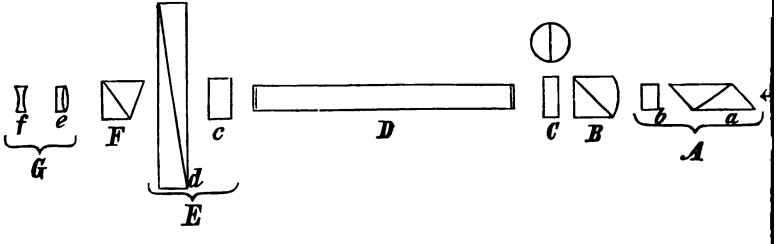
1. Wenn ein polarisirter Lichtstrahl mehrere optisch active Schichten von entgegengesetztem Drehungsvermögen durchdringt, die Wirkungen derselben sich je nach der Dicke der Schichten ganz oder theilweise aufheben, und

2. daß das Drehungsvermögen des Rohrzuckers mit jenem des Quarzes übereinstimmt.

Dasselbe ist ein Farbenapparat.

Man ermittelt bei diesem Apparate nicht direct die Drehung der Polarisationsebenen, sondern die Dicke einer Quarzplatte, welche das gleiche Drehungsvermögen besitzt, wie die zu untersuchende Zuckerlösung.

Fig. 21.



Wie schon bemerkt, gründet sich die Construction dieses Apparates auf den Umstand, daß das Drehungsvermögen einer Quarzplatte von deren Dicke abhängig ist, und daß es ferner Quarzkrystalle giebt, welche rechtsdrehend sind, und wieder andere, welche die Polarisationsebene nach links ablenken.

Als Lichtquelle dient bei dem Soleil-Ventzke-Scheibler'schen Polarisationsinstrumente das Licht einer Gas- oder Petroleumlampe. Dieses durchläuft von rechts nach links folgende in Fig. 21 dargestellte Theile:

1. Den sogenannten Regulator oder Wiederhersteller der empfindlichen Farbe A, welcher aus einem drehbaren Nicol'schen Prisma a und einer senkrecht zur Achse geschliffenen rechts- oder linksdrehenden Quarzplatte b besteht.

Digitized by Google

2. Den Polarisator B; dieser ist ein achromatisches Kalkspathprisma (Sinarmont'sches oder Quarzdoppelprisma), dessen Hauptschnitt vertical gestellt ist. Um die durchlaufenden Lichtstrahlen zu einem annähernd parallelen Bündel zu vereinen, ist die gegen A gekehrte Seite dieses Prismas convex geschliffen.

3. Die Quarzdoppelplatte C, welche aus zwei aneinanderstoßenden Quarzplatten besteht, von denen die eine rechtsdrehend, die andere linksdrehend sein muß; ihre Dicke muß 3·75 oder 7·50 Mm. betragen. Sie sind in eine Messinghülse derart gefaßt, daß die Fuge senkrecht steht.

4. Die mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllte Röhre D.

5. Den sogenannten Rotationscompensator E. Derselbe besteht aus einer beispielsweise rechts drehenden Quarzplatte c und zwei keilförmig geschliffenen Quarzplatten d, welche linksdrehend sind. Diese Platten sind derart eingerichtet, daß sie sich übereinanderschieben lassen, wodurch ihre Gesammtdicke entweder gleich der Platte c, oder größer oder kleiner gemacht werden kann. Die Stärke der Verschiebung läßt sich an einer Scala ablesen. Besteht die Platte c aus linksdrehendem Quarze, so müssen die beiden Keile d aus rechtsdrehendem Quarze bestehen.

6. Den Analysator F, welcher aus einem achromatischen Kalkspathprisma besteht. Sein Hauptschnitt muß parallel zu jenem des Polarisators B stehen, wenn C 3·75 Mm. dick ist; jedoch gekreuzt, wenn C eine Dicke von 7·5 Mm. besitzt.

7. Einem kleinen Galiläi'schen Fernrohre G, welches aus dem Objective e und dem Ocular f zusammengesetzt ist. Das Ocular muß derart eingestellt werden, daß die Fuge in dem Doppelquarze C deutlich sichtbar ist.

Wirkung der einzelnen Theile. Angenommen, es sei nur der Polarisator B sowie der Analysator F vorhanden, deren Hauptschnitte stehen parallel, das Gesichtsfeld besitzt demnach die größte Helligkeit. Durch Einschaltung der activen Quarzdoppelplatte C erleidet das durchfallende Licht durch dieselbe eine Drehung sowie Zerlegung in die

Digitized by Google

Spectralfarben (siehe S. 33). Jene Strahlen, deren Polarisationsebenen sich mit denen des Analysators kreuzen, werden von diesen nicht durchgelassen. Wenn dies beispielsweise die gelben Strahlen sind, so bilden die übrigen eine Mischfarbe, welche einen blau-violetten Ton besitzt. Derselbe geht bei der geringsten Drehung der Polarisationsebene in Blau oder Roth über und wird als Uebergangsfarbe oder empfindliche Farbe (teinte sensible) bezeichnet.

Wenn der Analysator sowie der Polarisator parallel stehen, erscheint dieser Ton dann, wenn die Quarzplatten c eine solche Dicke besitzen, daß sie die gelben Strahlen nach rechts oder links gerade um 90 Grad drehen. Dies tritt bei einer Dicke derselben von 3·75 Mm. ein. Denn nach Biot lenkt 1 Mm. Quarz das mittlere gelbe Licht um 24 Grad ab; nach der Proportion

$$24 : 1 = 90 : x$$

berechnet sich x zu 3·75 Mm. Stehen Polarisator und Analysator gekreuzt, so müssen die gelben Strahlen um 180 Grad abgelenkt werden. Dazu ist jedoch eine Dicke der Quarzplatte von $2 \times 3{\cdot}75 = 7{\cdot}50$ Mm. nöthig.

Wird nun der Compensator E eingeschaltet und den beiden Quarzkeilen d eine derartige Stellung ertheilt, daß ihre Dicke genau gleich ist jener der Quarzplatten c, so hebt sich das Drehungsvermögen von c und d vollständig auf, da es entgegengesetzt sein muß, und das Gesichtsfeld erscheint unverändert in der empfindlichen Farbe. Der Nullpunkt der Scala entspricht genau dieser Stellung der Keile. Werden dieselben verschoben, so tritt eine Drehung der durchgehenden farbigen Strahlen ein, und im Analysator F werden jetzt jene ausgelöscht, deren Schwingungsebenen senkrecht zu seiner eigenen stehen. Jene Farben, welche nicht ausgelöscht werden, bilden nun eine andere Farbenmischung; die eine Hälfte des Gesichtsfeldes erscheint von grünem und blauem, die andere von rothem und orangefarbenem Lichte erhellt.

Digitized by Google

Wird nun eine mit einer activen Flüssigkeit gefüllte Röhre in den Apparat gelegt, nachdem vorher der Compensator auf den Nullpunkt gestellt wurde, so wird die Färbung des Gesichtsfeldes in der gleichen Weise verändert. Verschiebt man nun die Quarzkeile d derart, daß sie entgegengesetzt drehen, wie die Substanz, so läßt sich die Wirkung der letzteren aufheben. Dies ist der Fall, wenn auf beiden Seiten des Gesichtsfeldes wieder gleichmäßig die »empfindliche Farbe« hergestellt ist. Das Drehungsvermögen wird somit durch die Dicke der Quarzkeile d, beziehungsweise durch die Größe der nothwendigen Verschiebung, um die nöthige Dicke derselben herzustellen, gemessen.

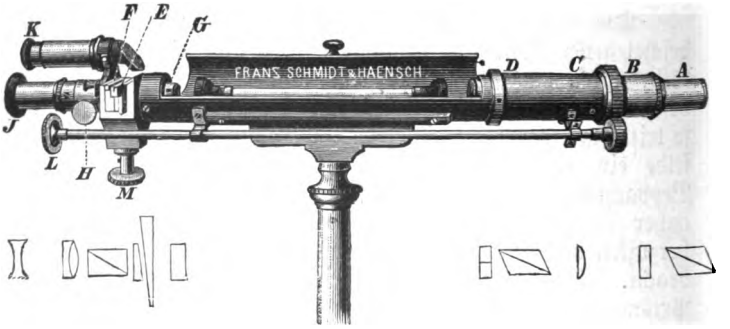
Die »empfindliche Farbe« erscheint nur dann in der beschriebenen Weise, wenn in den Apparat weißes Tageslicht fällt. Wird dagegen (gelbes) Lampenlicht angewendet, oder besitzt die zu polarisirende Substanz selbst schon eine Färbung, so tritt statt der blau-violetten Uebergangsfarbe im Gesichtsfelde ein röthlicher Ton auf, welcher die Genauigkeit der Beobachtungen vollkommen illusorisch machen würde. Um daher in solchen Fällen die »empfindliche Farbe« wieder herzustellen, ist an den Apparaten der Regulator A angebracht. Derselbe besteht aus einem drehbaren Nicol'schen Prisma a, nebst Quarzplatte b; beide sind vor dem Polarisator B angebracht. Fällt das durch das Nicol polarisirte Licht durch die Quarzplatte, so wird es in seine Einzelfarben aufgelöst. Je nach der Stellung des Nicols zu dem Prisma B wird das letztere gewisse Farben nicht, andere wieder mit bedeutend verminderter Intensität durchtreten lassen. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise die rothen und gelben Strahlen des Lampenlichtes abschwächen, wodurch wieder eine Farbenmischung im Doppelquarze C eintritt, welche schließlich die Uebergangsfarbe liefert. In gleicher Weise wirkt diese Vorrichtung, die übrigens auch am Ocularende des Apparates angebracht werden kann, wenn eine gefärbte Flüssigkeit zur Beobachtung vorliegt.

Die äußere Form des Soleil'schen Saccharometer mit den daran von Scheibler angebrachten Verbesserungen ist

Digitized by Google

aus Fig. 22 zu ersehen. In dieser Gestalt gelangt das Instrument von der Firma Schmidt & Haensch in Berlin zur Ausführung. Der genannten Firma verdanken wir auch die Abbildungen der im Folgenden beschriebenen Saccharometer. Der Apparat besteht aus einem geschwärzten Rohre, welches zur Aufnahme der Polarisationsröhre dient und mit einem Klappdeckel verschließbar ist. An dem der Beleuchtungslampe zugekehrten Ende dieses Rohres befindet sich eine durch den Knopf L drehbare Hülse; an dem vorderen Theile desselben ist der Schieberkasten mit der Keilcompensation

Fig. 22.



F, E, G, das Rohr mit dem analysirenden Nicol H, sowie das kleine Fernrohr J angebracht; oberhalb des letzteren befindet sich die Ableseloupe K. Im hinteren Theile des Apparates ist bei D die Doppelplatte, bei C das polarisirende Nicol, bei B die Compensatorplatte und bei A noch ein Nicol vorhanden. Der Knopf M dient zur Drehung der Keilcompensation.

Wie schon erwähnt, gestatten die Saccharometer an der Scala direct Procente Zucker abzulesen. Dies wird nach Ventzke's Vorschlag in der Weise erreicht, daß man eine Lösung in reinem Wasser, welche bei 17·5 Grad C. das specifische Gewicht von 1·1 besitzt, in einem Rohre von 200 Mm. Länge in dem Apparate polarisirt, und den ge-

Digitized by Google

fundenen Punkt mit 100 bezeichnet. Eine Zuckerlösung, erhalten durch Auflösung von chemisch reinem Zucker in reinem, destillirtem Wasser, welche bei 17·5 Grad C. das specifische Gewicht von 1·1 besitzt, enthält 26·048 Gramm Zucker in 100 Cbcm. gelöst. Der Abstand von dem durch Polarisation einer solchen Lösung ermittelten Hunderterpunkt bis zum Nullpunkte des Apparates wird in 100 gleiche Theile (Grade) getheilt. Jeder dieser Grade entspricht daher einer Zuckermenge von 0·26048 Gramm Zucker in 100 Cbcm. Lösung. Der zur Feststellung des Hunderterpunktes verwendete Zucker ist vollständig rein, daher 100procentig. Werden dagegen 26·048 Gramm einer Substanz, welche nicht ausschließlich aus chemisch reiner Saccharose besteht, genau abgewogen, zu 100 Cbcm. gelöst und im 200 Mm.-Rohre polarisirt, so wird demnach der Theilstrich der Scala, welcher der durch die thatsächlich vorhandene Saccharose bewirkten Ablenkung entspricht, gleichzeitig Procente Zucker in 100 Gewichtstheilen der eingewogenen Substanz angeben. Diese Scala ist somit eine willkürliche Scala.

Werden z. B. 26·048 einer zuckerhaltigen Substanz (Rohzucker) abgewogen und unter den angegebenen Umständen im 200 Mm.-Rohre polarisirt und an der Scala 96·7 Grade abgelesen, so würde dies, da 1 Grad = 0·26048 Gramm Zucker, einer Menge Zucker von $96{\cdot}7 \times 0{\cdot}26048 = 25{\cdot}188416$ Gramm entsprechen. Wenn jedoch in 26·048 Gramm Substanz nur 25·188416 Gramm Zucker (Saccharose) enthalten sind, so sind in 100 Gramm vorhanden

$$\frac{100 \times 25{\cdot}188416}{26{\cdot}048} = 96{\cdot}7 \text{ Procent},$$

die gleiche Zahl wurde an der Scala abgelesen. Das einzuwägende Quantum der Substanz beim Soleil'schen Saccharometer heißt des Normalgewicht des Apparates. Wie Versuche von Schmitz und Tollens ergeben haben, ist das specifische Drehungsvermögen der Saccharose in Lösungen von verschiedener Concentration nicht constant, sondern dasselbe nimmt umsomehr zu, je geringer die Concentration wird. Es tritt daher die Nothwendigkeit auf, die Angabe

Digitized by Google

des Instrumentes wenigstens bei genauen Bestimmungen einer Correction zu unterwerfen.

Schmitz hat für diese Correction folgende Tabelle berechnet:

26.048 Gramm zuckerhaltende Substanz zu 100 Cbcm. gelöst.

Abgelesene Grade	Proc. Zucker in der polarisirten Substanz	Abgelesene Grade	Proc. Zucker in der polarisirten Substanz	Abgelesene Grade	Proc. Zucker in der polarisirten Substanz
1	1·00	35	34·92	68	67·93
2	1·99	36	35·92	69	68·93
3	2·99	37	36·92	70	69·93
4	3·99	38	37·92	71	70·93
5	4 98	39	38·92	72	71·93
6	5·98	40	39 92	73	72·93
7	6·98	41	40·92	74	73·94
8	7·98	42	41·92	75	74·94
9	8·97	43	42·92	76	75·94
10	9·97	44	43 92	77	76·94
11	10·97	45	44·92	78	77·94
12	11·97	46	45·92	79	78·94
13	12·96	47	46·92	80	79·95
14	13·96	48	47·92	81	80·95
15	14·96	49	48·92	82	81·95
16	15·96	50	49·92	83	82·95
17	16·95	51	50·92	84	83·95
18	17·95	52	51·92	85	84·96
19	18·95	53	52·92	86	85·96
20	19·95	54	53·92	87	86·96
21	20·95	55	54·92	88	87·96
22	21·94	56	55·92	89	88·97
23	22·94	57	56·92	90	89·97
24	23·94	58	57·92	91	90·97
25	24·94	59	58·92	92	91·98
26	25·94	60	59·92	93	92·98
27	26·94	61	60·92	94	93·98
28	27·93	62	61·92	95	94·98
29	28·93	63	62 92	96	95·98
30	29·93	64	63·92	97	96·99
31	30·93	65	64·92	98	97·99
32	31·93	66	65·93	99	98·99
33	32·93	67	66·93	100	100·00
34	33·93				

Digitized by Google

Die abgelesenen Zehntelgrade werden zu den, den zugehörigen ganzen Graden entsprechenden Procenten Zucker addirt.

Um die Ablesung an der Scala genauer zu gestalten, und es zu ermöglichen, auch Zehntelprocente genau zu entnehmen, ist jede Scala mit einem Nonius versehen.

Der Nonius ist ein verjüngter, vor der Hauptscala des Apparates beweglicher Maßstab, welcher in der Weise getheilt ist, daß neun Theilstriche der Hauptscala in zehn gleich große Theile getheilt sind. Jeder Grad des Nonius ist daher um ein Zehntel kleiner als ein Grad der Hauptscala. Der Nullpunkt der Theilung des Nonius ist der Index für die ganzen

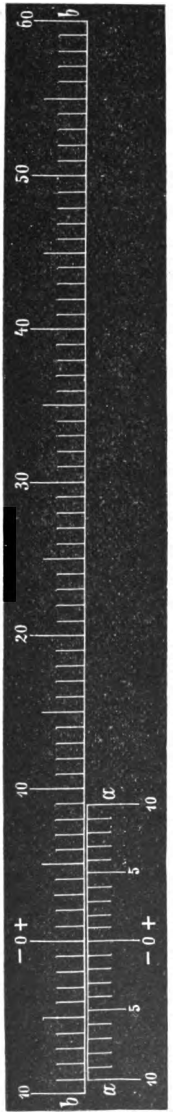


Fig. 23.

Fig. 24.

Digitized by Google

Grade, und jener Strich des Nonius, welcher mit einem Theilstriche die Hauptscala zusammenhält, giebt die Zehntel eines ganzen Theilstriches (Grades) an. Aus den Fig. 23 und 24 ist die Ablesung der Scala mit Hilfe des Nonius ersichtlich. In Fig. 23 fällt der Nullpunkt des Nonius a mit dem Nullpunkte der Hauptscala b und der zehnte Theilstrich des Nonius mit dem neunten der Hauptscala zusammen. Der Apparat steht daher genau im Nullpunkte. Nimmt jedoch der Nonius beispielsweise die in Fig. 24 angegebene Stellung ein, so zeigt der Nullpunkt des Nonius als Index an, daß die Ablesung zwischen dem 38. und dem 39. Theilstriche liegt.

War die zu polarisirende Substanz rechtsdrehend, so sucht man jenen Theilstrich des Nonius, welcher mit einem Theilstriche der Hauptscala zusammenfällt, und ermittelt, der wievielte Theilstrich des Nonius derselbe ist. In der Abbildung ist es der fünfte Theilstrich, die Ablesung beträgt daher 38·5°. Werden linksdrehende Substanzen polarisirt, so wird der mit — bezeichnete, links vom Nullpunkte liegende Theil des Nonius zur Ablesung verwendet.

Ein weiteres von der Firma Schmidt und Haensch ausgeführtes Saccharometer, welches ein Halbschattenapparat ist, ist in Fig. 25 abgebildet. Dasselbe ist nach dem von Jellet-Cornu angegebenen Principe (siehe S. 40) ausgeführt. Dasselbe ist äußerlich dem Farbenapparate von Soleil fast gleich, es fehlt ihm nur der durch den Knopf L drehbare Theil, dieser ist durch ein Beleuchtungssystem N ersetzt. Ferner ist an Stelle der Doppelplatte D und des polarisirenden Nicol C ein Schattennicol O nach Jellet-Cornu eingelegt. Die übrigen Theile sind jenen in Fig 22 mit denselben Buchstaben bezeichneten gleich.

Sehr viel Anklang in der Praxis fanden die von der genannten Firma construirten Halbschattenapparate mit doppelter Keilcompensation. Dieselben gestatten einerseits die Richtigkeit der Scala, andererseits die genaue Ablesung bei der Polarisation fortwährend zu controliren. Statt eines Quarzkeilpaares sind diese Apparate (Fig. 26)

Digitized by Google

mit zwei solchen Paaren G^1 und F versehen, welche gleiche Dicke, jedoch entgegengesetztes Drehungsvermögen besitzen.

Fig. 25.

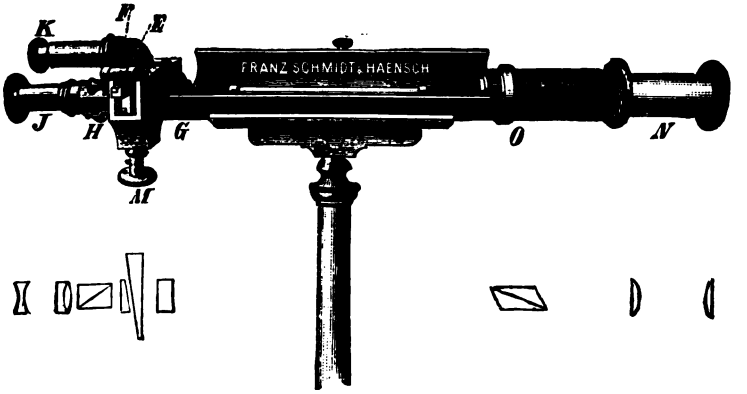
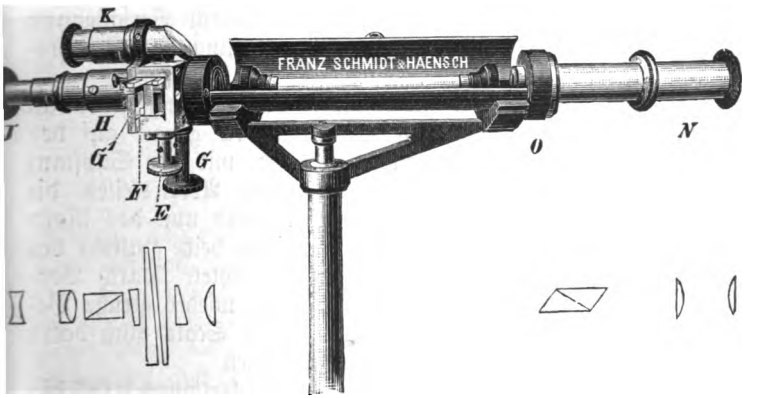


Fig. 26.



Von diesen Keilpaaren ist, wie bei allen Apparaten mit Keilcompensation, der eine feststehend und kurz, der andere

Digitized by Google

länger und vor dem zugehörigen kurzen Keile verschiebbar. Jedes Keilpaar ist mit Scala und Nonius versehen, ersteres ist auf dem beweglichen Keile, letzteres unverrückbar am Apparate befestigt. Mittelst zweier Stellschrauben E und G können diese Keilpaare unabhängig von einander verschoben werden. Alle anderen Theile sind gleich jenen der früher so beschriebenen Apparate. J ist ein kleines Fernrohr, bei H liegt das analysirende Nicol, die Loupe K dient zur Ablesung der Scalen, bei O ist das Schattennicol eingelegt.

Jene Scala, welche dem vorderen Keilpaare (Arbeitskeil) entspricht, ist mit einer schwarzen, jene welche mit dem rückwärigen Keilpaare (Controlkeil) verbunden ist, ist mit einer rothen Theilung versehen. Durch die Loupe K lassen sich beide Scalen gleichzeitig übersehen. Das Gesichtsfeld des Apparates muß gleiche Beschattung zeigen, wenn die Gesammtdicke der beiden Keilpaare einander gleich ist; ist die Scala an allen Punkten richtig, so müssen sie sowohl auf der schwarzen, wie auf der rothen Scala die gleichen Ablesungen ergeben, wenn der Arbeitskeil auf einen beliebigen Punkt der Scala gestellt und durch Verschiebung des Controlkeiles wieder gleiche Beschattung des Gesichtsfeldes herbeigeführt wird.

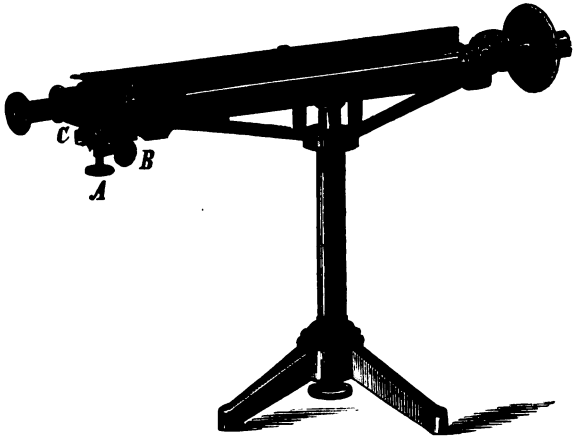
Soll der Apparat zur Controle der Ablesung gebraucht werden, so wird vorerst die rothe Scala genau auf den Nullpunkt eingestellt, hierauf das Rohr mit der Substanz eingelegt und durch Verschiebung des Arbeitskeiles die gleiche Beschattung wieder hergestellt. Wird nun das Rohr aus dem Apparate entfernt, so erscheinen beide Hälften des Gesichtsfeldes wieder ungleichmäßig beleuchtet. Durch Verschiebung des Controlkeiles stellt man wieder gleiche Beschattung her. Die Anzeige der rothen Scala muß dann vollkommen gleich sein jener der schwarzen.

Zur Polarisation hochprocentiger Zuckerlösungen (80 bis 100 Procent), wie diese bei der Untersuchung des Roh- und Consumzucker vorliegen, eignen sich am besten die nach dem Vorschlage Stammer's construirten Apparate mit be-

Digitized by Google

schränkter Scala. Das Normalgewicht dieser Apparate beträgt ebenfalls 26·048 Gramm, die Beobachtung erfolgt jedoch nicht im 200 Mm. langem Rohre, sondern in einem solchen, welches eine Länge von 400 Mm. besitzt. Die Ablenkung des polarisirten Lichtstrahles ist demnach doppelt so groß, wie bei Anwendung eines 200 Mm.-Rohres. Jeder Grad der Scala entspricht daher eigentlich nicht 0·26048

Fig. 27.



Gramm, sondern 0·52096 Gramm, der Hunderter-Punkt wäre demnach richtig mit 200 zu bezeichnen. Er wird jedoch mit 100 bezeichnet, und der Abstand gegen den Nullpunkt des Apparates ebenfalls nur in 100 Theile getheilt. Jeder Grad besitzt daher die doppelte Größe, wie bei jenen Apparaten, welche nicht nach dem genannten Principe von Stammer construirt sind. Da die Grade doppelt so groß sind, ist jedoch die Ablesung der Zehntel-Grade viel genauer und verläßlicher, als wie bei den anderen Apparaten. Um die Scala nicht übermäßig lang ausführen zu müssen, ist

Digitized by Google

dieselbe beschränkt, d. h. sie umfaßt nur die Scalentheile von 80—100°.

F. Strohmer hat diesen Apparat in einigen Theilen wesentlich verbessert, er wurde stabiler und die Ablesung bedeutend genauer und exacter gemacht. Dieser verbesserte Halbschattenapparat mit beschränkter Scala ist in Fig. 27 abgebildet. F. Strohmer beschreibt denselben folgendermaßen:

»Die Unterstützung des Rohrkastens erfolgt durch einen massiven Träger und Fuß, hierdurch ist die Unverschiebbarkeit der optischen Achse vollkommen gesichert und der ganze Apparat erlangt durch den schweren Fuß eine hinreichende Stabilität. Die Justirung des Analysators erfolgt in ganz einfacher Weise mittelst der Mikrometerschraube C; jene der Scala durch eine zweite kleinere ebensolche Schraube, welche den die Nonientheilung tragenden Scalentheil mittelst eines Uhrschlüssels beweglich macht. Die Hauptscala ist ferner in halbe Grade getheilt und sind neun solche halbe Grade gleich 10 Graden des Nonius, so daß also diese Theilung eine Ablesung von 0·05 Procent gestattet.«

»Zur Abhaltung von Seitenlicht bei Verwendung gläserner Beobachtungsröhren hat der Rohrkasten des Apparates, im Gegensatz zu dem Stammer'schen Instrumente, eine Verschlußvorrichtung erhalten.«

»Bekanntlich hat die Construction der Halbschattenapparate in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht, und ist namentlich die Empfindlichkeit derselben auf das höchste gesteigert worden, so daß die gewöhnliche Einstellung mit Trieb und Zahn nicht mehr dieser gesteigerten Empfindlichkeit entspricht, deshalb wurde auch bei diesem Apparate neben der gewöhnlichen groben Einstellung mit Trieb bei A, eine solche mittelst Mikrometerschraube bei B angebracht, und es gelingt mit Hilfe dieser Vorrichtung in der That auf 0·05 Grad übereinstimmend einzustellen; in dieser Einrichtung dürfte auch der Hauptvortheil dieses Instrumentes gegenüber dem Stammer'schen zu suchen sein. An dem der Beobachtungslampe zugekehrten

Digitized by Google

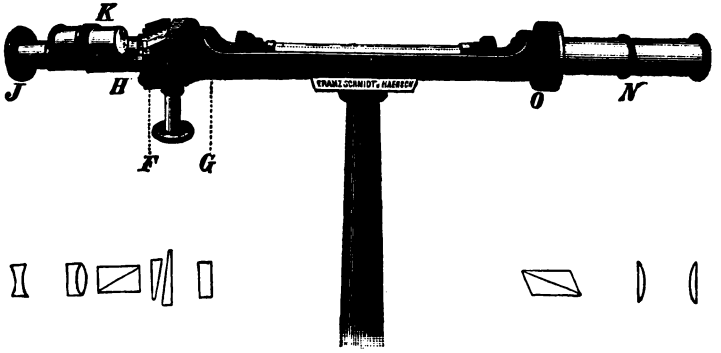
Theile ist eine Blendscheibe fix angebracht, eine derartige Vorrichtung ist weit bequemer und praktischer als die am Analysator aufgestellten Papierblenden.

Im Uebrigen ist der Apparat wie folgt zusammengesetzt:

In dem der Lampe zugekehrten Ende des Rohrkastens ist der Polarisator, in dem anderen der Analysator mit Keilcompensation befestigt.

Der Polarisator ist folgendermaßen construirt: Der Lampe zugekehrt befindet sich zunächst ein Blendrohr und

Fig. 28.



hinter diesem die bereits erwähnte Blendscheibe; in der Fassung, an welcher letztere befestigt ist, sitzt die Beleuchtungslinse, welche bewirkt, daß die Lichtstrahlen parallel durch das Nicol gehen; letzteres ist ein Halbschattenprisma von Schmidt und Haensch, nach den Ideen Jelett-Cornu construirt.

Der Analysator besteht aus einem kleinen Galiläischen Fernrohre, einem Glan'schen Nicol und der Keilcompensation.

Der Apparat ist nur für hochprocentige, normal hergestellte Lösungen (26·048 Gramm auf 100 Cbcm.) bei

Digitized by Google

Anwendung einer 400 Mm. langen Röhre bestimmt, die Scala reicht von 80—100 Procent.

Ein anderer, ebenfalls von Stammer angegebener Apparat ist in Fig. 28 abgebildet, derselbe besitzt dieselbe optische Construction wie die gewöhnlichen Apparate mit beschränkter Scala doch mit dem Unterschiede, daß die Scala auf 0—30° beschränkt ist. Dieser Apparat soll vornehmlich für Rübenuntersuchungen dienen.

Soleil-Dubosque'sches Saccharometer. Dieses Instrument unterscheidet sich von dem Soleil'schen Instrumente fast ausschließlich durch eine andere Scala. Dieselbe wird in der Weise bestimmt, daß man die Ablenkung, welche eine in den Apparat gelegte rechtsdrehende Quarzplatte von 1 Mm. Dicke bewirkt, gleich 100 setzt, und den Raum zwischen diesem Punkte und dem Nullpunkte in 100 gleiche Theile theilt. Die gleiche Ablenkung wird durch eine Zuckermenge von 16·19 — nach den älteren Untersuchungen 16·35, nach den neuesten 16·20 — Gramm zu 100 Cbcm. gelöst und im 200 Mm.-Rohre polarisirt, hervorgerufen. Jeder Grad der Theilung entspricht somit 0·1620 Gramm Zucker, das Normalgewicht für diesen Apparat beträgt daher 16·20 Gramm.

Auch die schon beschriebenen Polaristrobometer von Wild, Mitscherlich und Laurent wurden mit Zuckerscalen versehen, d. h. als Saccharometer eingerichtet.

Die Einrichtung der Zuckerscala beim Wild'schen Polaristrobometer basirt auf der von Wild ermittelten specifischen Drehung des Rohzuckers, für welche derselbe bei Anwendung einer Lösung von 30·276 Gramm zu 100 Cbcm. denn Werth $[\alpha]\,D = 66{\cdot}417^0$ fand. Indem man genaue Proportionalität zwischen Ablenkung und Concentration annimmt, wird aus obiger Zahl der Drehungswinkel α berechnet, welcher eine Lösung von 40 Gramm Zucker zu 100 Cbcm. bei Anwendung einer 200 Mm. langen Röhre geben muß. Aus der Gleichung $\frac{\alpha \times 100}{2 \times 40} = 66{\cdot}417$

Digitized by Google

ergiebt sich α zu 53·134°. Man theilt hiernach, von einem der Nullpunkte des Instrumentes ausgehend, einen Winkel in diesem Betrage in 400 gleiche Theile, und erhält so eine Scala, von welcher jeder Theilstrich 1 Gramm Zucker in 1000 Cbcm. Lösung anzeigt, wenn die Beobachtung im 200 Mm. langen Rohre geschieht. Dabei ist vorausgesetzt, daß als Lichtquelle die Natriumflamme angewendet wird.

Bei dieser Einrichtung der Scala wird eine Lösung von 10 Gramm reinen Zucker zu 100 Cbcm. im 200 Mm.-Rohre eine Ablenkung von 100 Graden ergeben müssen, jeder Theilstrich entspricht dann 1 Procent. Eine Lösung von 20 Gramm zu 100 Cbcm. muß 200° polarisiren, 1° ist dann gleich 0·5 Procent Zucker.

Das Normalgewicht für diesen Apparat beträgt somit 10 Gramm, doch ist man an die Einhaltung desselben nicht strenge gebunden, man kann auch ein Vielfaches desselben, z. B. 20 oder 40 Gramm einwägen. Dann ist jedoch die erhaltene Ablesung durch 2, bezw. 4 zu dividiren, um Procente zu erhalten. Besonders bei zuckerarmen Substanzen empfiehlt sich dieser Vorgang, denn mit der Vergrößerung der angewandten Gewichtsmenge wächst die Genauigkeit des Resultates.

Das Normalgewicht für den Laurent'schen Polarisationsapparat wurde nach denselben Grundsätzen ermittelt, welche für die Bestimmung desselben bei Soleil-Dubosque'schen Instrumente maßgebend waren. Das Laurent'sche Instrument besitzt Kreistheilung, $1^0 = 0{\cdot}16197$, bezw. nach den neuesten Untersuchungen 0·162 Gramm Zucker in 100 Cbcm, das Normalgewicht ist daher 16·20 Gramm.

Umrechnung der Drehungsbeträge der verschiedenen Polarisationsapparate.

1° Ventzke-Scheibler (und Halbschattenapparate)	0·6218° Laurent
1° Ventzke-Scheibler (und Halbschattenapparate)	0·3460° Wild (Kreisgrad)
1° Laurent	0·2172° » »

Digitized by Google

1°	Laurent	1·6082°	Ventzke
1°	Wild (Kreisgrad)	4·6043°	Laurent
1°	» »	2·8900°	Ventzke
1°	» »	7·5281°	Wild (Zuckerscala)
1°	» (Zuckerscala)	0·1328°	» (Kreisgrad).

B. Polarisationsrohre, Deckgläschen und Beleuchtungsapparate.

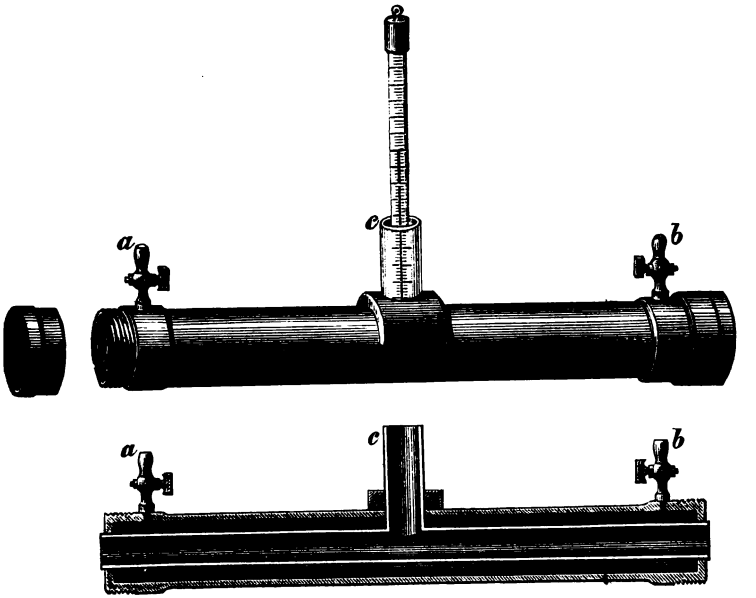
Die Rohre, in welchen die zu polarisirende Flüssigkeit beobachtet wird, werden aus Metall (Messing oder Neusilber) oder aus Glas verfertigt. Die normale Länge beträgt 200 Mm., außerdem gelangen Rohre mit 600 Mm. (meist nur für wissenschaftliche Zwecke), 400 Mm. (für Apparate mit beschränkter Scala zur Rohzuckerpolarisation), 100 und 50 Mm. (für sehr dunkle Lösungen) zur Verwendung. An den Enden müssen diese Rohre glatt abgeschliffen sein, dieselben müssen über die, bei Glasrohren aufgekittete, bei Metallrohren aus einem Stück verfertigten Schraubengewinde einige Millimeter vorstehen. Diese Gewinde dienen zur Befestigung des Verschlußkopfes. Die Verschlußköpfe sind beiderseits mit Oeffnungen versehen, um das Durchblicken durch die Röhre zu ermöglichen. Außer den aufschraubbaren Köpfen kommen auch die sogenannten Bajonettverschlüsse zur Anwendung, diese bestehen aus federnden Metallkapseln, welche über das bei Glasrohren mit einer Metallfassung versehene Ende des Rohres geschoben werden und ausschließlich durch Reibung haften. Nach dem Gebrauche sind die Rohre sorgfältig mit destillirtem Wasser auszuspülen, abtropfen zu lassen und schließlich mit Löschpapier oder weichem Rehleder innen trocken zu wischen.

Zur optischen Beobachtung von Invertzuckerlösungen gelangen, da das Drehungsvermögen des Invertzuckers im hohen Grade von der Temperatur abhängig ist, Rohre zur Verwendung, welche die Polarisation bei einer bestimmten Temperatur vorzunehmen gestatten. Dieselben sind von einem

Digitized by Google

zweiten Rohre umgeben, durch welches Wasser solange strömen gelassen wird, bis die Flüssigkeit im Rohre die gewünschte Temperatur angenommen hat. Eventuell ist das Wasser vorher anzuwärmen. In Fig. 29 und 30 ist solch' ein Rohr in der vollen Ansicht und im Durchschnitte ab-

Fig. 29 und 30.



gebildet. Die Hähne a vermitteln den Ein- bezw. Austritt des Wassers in den die Röhre umgebenden Mantel, durch die Hülse c wird ein Thermometer mittelst eines Kautschukstöpfels soweit eingeführt, daß seine Kugel in die zu polarisirende Flüssigkeit taucht, somit deren Temperatur an der Thermometerscala abgelesen werden kann. Durch oftmaliges Neigen und Drehen des Rohres hat man Sorge zu tragen, daß die Temperatur im Innern der Beobachtungsröhre an

Digitized by Google

allen Stellen die gleiche sei. Da die durch Inversion von Zuckerlösungen hergestellten Flüssigkeiten stets freie Säure enthalten, können diese Rohre nur aus Glas verfertigt werden. Innen vergoldete Metallröhren sind zu verwerfen, da der dünne Goldüberzug nach einiger Zeit rissig wird und dann das Metall selbst frei liegt, welches schließlich von der Säure angegriffen wird.

Die Rohre müssen, soll die Polarisation ein richtiges Resultat ergeben, genau die Länge von 400, 200 u. s. w. Millimetern besitzen. Um die Länge zu controliren, kann man entweder von Metallstäbchen oder von eigenen Meßinstrumenten Gebrauch machen. Erstere müssen genau die gebrauchte Länge besitzen. Wird ein solches Stäbchen in eine Röhre eingelegt, und diese mit Deckgläschen verschlossen, so darf dasselbe im Rohre nicht klappern, dies wäre ein Zeichen, daß die Röhre zu lang ist; es darf aber auch das Auflegen der Deckgläschen nicht behindern, sonst wäre die Röhre zu kurz, sondern es muß eben von den beiden Deckgläschen festgehalten werden.

Vollkommen genau läßt sich die Länge der Rohre nur mittelst eigener Röhrenmeßapparate bestimmen. Dieselben sind derart construirt, daß das Rohr einerseits gegen eine feststehende Widerlage gelegt wird und andererseits an einen Hebel ansteht, welcher durch eine starke Feder gegen das Rohrende gedrückt wird. Derselbe spielt mit seinem längeren Arme auf einer Scala, das Ende des Hebelarmes trägt einen Nonius. Stimmt der Nullpunkt des Nonius vollkommen mit dem der Scala überein, so besitzt das Rohr die richtige Länge, eventuelle Abweichungen von derselben lassen sich an der Scala ablesen.

Metallrohre, welche verbogen sind, sind unbrauchbar, da in diesen die vom polarisirten Lichtstrahle durchlaufene Schichte naturgemäß eine kürzere ist. Wird eine verbogene Röhre mit Flüssigkeit gefüllt, in den Apparat eingelegt und in demselben gedreht, so bewegt sich das Gesichtsfeld scheinbar nach auf- und abwärts.

Digitized by Google

Die Deckgläschen dienen zum Verschlusse der beiden Enden des Polarisationsrohres und müssen aus weißem, fehlerfreien Glase angefertigt sein. Nachdem man das Polarisationsrohr unten verschlossen und mehreremale mit der zu polarisirenden Flüssigkeit ausgespült hat, wird dasselbe so weit gefüllt, daß die Flüssigkeit in einer Kuppe über der oberen Oeffnung steht. Das Deckgläschen wird nun rasch derart übergeschoben, daß es vollständig von der Flüssigkeit benetzt wird, somit keine Luftblasen eingeschlossen werden. Hierauf wird der Kopf des Rohres aufgeschraubt, bezw. aufgesteckt, derselbe ist innen mit einem Kautschukring versehen, welcher den dichten Anschluß besorgt.

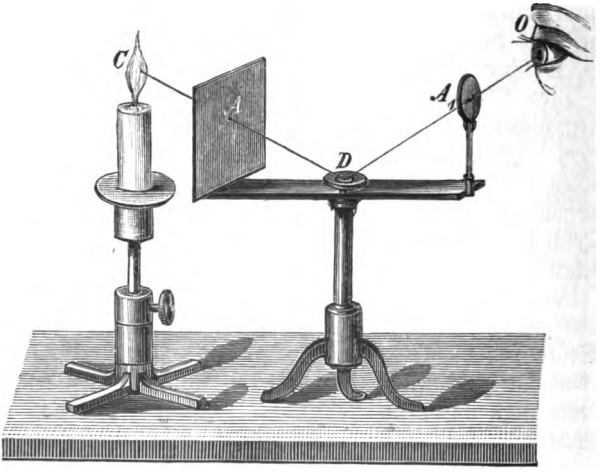
Die Deckgläser dürfen nicht zerkratzt sein, auch müssen dieselben vollkommen planparallele Flächen besitzen. Letzterer Umstand ist besonders wichtig. Deckgläschen, deren Flächen nicht planparallel sind, können Abweichungen in der Polarisation bis zu einigen Zehntel-Procenten hervorrufen. Die optische Inactivität der Deckgläschen läßt sich entweder in der Weise ermitteln, daß man eine leere, nur mit einem Deckgläschen versehene Röhre in ein auf Null stehendes Polarisationsinstrument einlegt, die Scala verschiebt, und neuerdings den Nullpunkt einstellt. Ist das Deckgläschen optisch inactiv, so muß der Apparat vor wie nach auf Null stehen. Oder man nimmt das Deckgläschen hochkant zwischen zwei Fingerspitzen, dreht es rasch hin und her, und fixirt dabei, indem man durch dasselbe hindurchsieht, einen hellbeleuchteten, feststehenden Punkt, z. B. ein Fensterkreuz. Bewegt sich dasselbe scheinbar, so ist das Deckgläschen nicht planparallel.

Zur Ermittlung der Parallelität der beiden Flächen der Deckgläschen wurde in jüngster Zeit auch ein sehr zweckmäßiger Apparat construirt, welcher in Fig. 31 abgebildet ist. Derselbe besteht aus einem Stativ, welches bei D eine drehbare schwarze Scheibe trägt, auf welche das zu untersuchende Deckglas gelegt wird. A ist eine schwarze, mit einer kleinen Oeffnung versehene Platte, A_1 eine schwarze, runde Scheibe, welche ebenfalls durchlocht ist. Befindet sich

Digitized by Google

hinter A bei C eine Lichtquelle und blickt man durch A_1 von O aus nach dem Deckgläschen, so erblickt man an Stelle desselben zwei Lichtpunkte, welche durch Reflexion des durch A einfallenden Lichtstrahles auf der Unter- und Oberseite des Deckgläschens hervorgerufen werden. Wird nun die Scheibe D, und mit dieser das Deckgläschen gedreht, so behalten diese Lichtpunkte ihre Lage unverändert bei, soferne

Fig. 31.



letzteres planparallel geschliffen ist. Sie bewegen sich jedoch, wenn dies nicht der Fall ist.

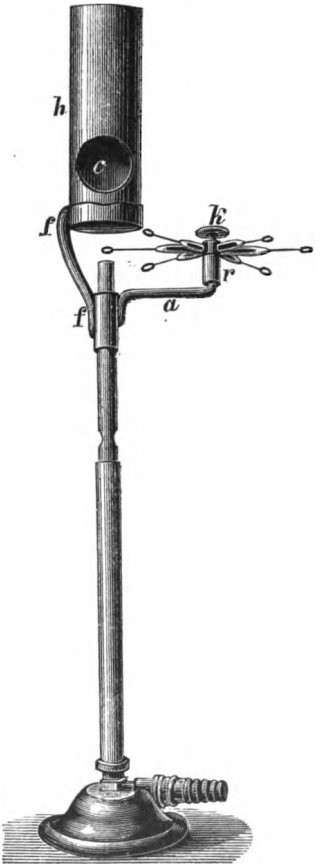
Auch durch Druck werden sie circularpolarisirend, die Deckgläschen dürfen daher durch zu kräftiges Verschrauben der Röhrenköpfe niemals gepreßt werden.

Den Beleuchtungsapparaten für die Polarisationsinstrumente ist besondere Beachtung zu widmen, da dieselben einen nicht unerheblichen Einfluß auf die Polarisation ausüben können. Von besonderer Wichtigkeit ist es, daß das von der Lampe gelieferte Licht vollkommen gleichartig sei.

Digitized by Google

Wie im früheren Abschnitte erwähnt wurde, wird entweder monochromatisches (Natrium-) Licht, oder das Licht von Petroleum- oder Gaslampen zur Beleuchtung verwendet.

Fig. 32.



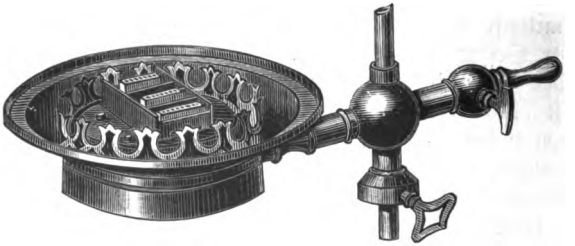
Eine Lampe für Natriumlicht ist in Fig. 32 abgebildet. Die Gelbfärbung der Flamme wird durch Kochsalz bewirkt, welches vorher bis zum Schmelzen erhitzt und gepulvert wurde. Die Lampe (Construction nach Wild) besteht aus einem Bunsenbrenner, an welchem oben einerseits mittelst des Armes ff der mit der Oeffnung c versehene Cylinder h, und andererseits mittelst des Armes a das Rädchen r befestigt ist. Auf die Speichen des letzteren werden Glasröhrchen gesteckt, in welche feine Platindrähte eingeschmolzen sind. Die Platindrähte sind an der Vorderseite zu Oesen umgebogen, welche in geschmolzenes Kochsalz getaucht wurden. Die Kochsalzperlen werden durch Drehung der Schraube k eine nach der anderen in dem Maße, in welchem das Kochsalz sich verflüchtigt, in den äußeren Flammenmantel geschoben.

Jene Lampen, welche kein homogenes Licht liefern, Gas oder Petroleumlampen, werden mit Flachbrennern versehen, da diese die größte Lichtstärke ergeben. Die Petroleumlampen

Digitized by Google

sind mit zwei senkrecht zur Achse des Polarisationsapparates stehenden Flachbrennern ausgerüstet. Die für Gasbeleuchtung bestimmte, von der Firma Schmidt und Haensch eingeführte Gastriplexlampe von Hink ist in Fig. 33 abgebildet. Um das Rußen der Flamme zu vermeiden und auch die Lichtstärke der Lampe zu erhöhen, wird dieselbe mit einem Cylinder umgeben (Fig. 34), welcher in seinem unteren Theile von einem Blechmantel umfaßt wird, der mit einem kurzen Ansatzrohre versehen ist, in welchem sich eine Linse befindet. Vortheilhafter ist die Verwendung des in (Fig. 35) abgebildeten Lampen-

Fig. 33.



cylinders, welcher ganz aus Blech ausgeführt ist. Derselbe trägt an den, dem Apparate zugekehrten Theil eine Glaslinse, dieser gegenüber befindet sich als Reflector eine weiße Porzellanplatte, welche die Lichtstrahlen auf die Linse concentrirt. Um den Cylinder auch abheben zu können, wenn die Lampe brennt, wird derselbe zweckmäßig mit einem von Holz umgebenen Handgriff versehen.

Das in neuester Zeit vielfach wegen seiner großen Helligkeit zur Beleuchtung größerer Localitäten in Anwendung kommende Auer'sche Gaslicht wird in der Weise erzeugt, daß durch die nichtleuchtende Flamme eines Bunsenbrenners ein mit Ceroxyd imprägnirtes Asbestgewebe zum Glühen gebracht wird. Dieses sehr intensive Licht ist deshalb nicht zur Beleuchtung der Polarisationsapparate verwendbar,

Digitized by Google

da im Gesichtsfeld der letzteren die netzförmige Textur der glühenden Asbestgewebe deutlich zu sehen ist und die Beobachtungen stört.

Besondere Beachtung verdient jedoch das Zirkonlicht. Dasselbe kommt dadurch zu Stande, daß ein Stift aus Zirkonerde durch eine Leuchtgasflamme, in welche Sauerstoff eingeblasen wird, zur hellsten Weißgluth erhitzt wird. Dies Licht soll so hell sein, daß sich bei Anwendung derselben die dunkelsten Nachproducte ohne Klärung im 600

Fig. 34.

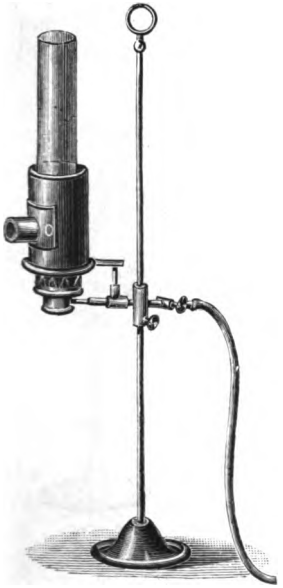


Fig. 35.

Mm.-Rohre polarisiren lassen sollen. Eine solche Vorrichtung ist in Fig. 36 abgebildet. Durch a wird Leuchtgas, durch b Sauerstoff zugeleitet, in die Leuchtgasflamme strömt der Sauerstoff ein und bringt das Leuchtgas unter Entwicklung einer hohen Temperatur zur vollständigen Verbrennung, wobei jede Explosion ausgeschlossen ist. Die entstehende Stichflamme trifft auf den aus Zirkonerde bestehenden Cylinder C, welcher dadurch zur hellsten Weißgluth, ohne zu schmelzen, erhitzt wird. Derselbe ist in seiner Höhen-

Digitized by Google

lage verstellbar und drehbar. Die Hülse h ist um das Gelenk g in der Verticalebene beweglich.

Eine Polarisationslampe für elektrisches Licht, construirt von J. Baumann, ist in Fig. 37 abgebildet. Auf einem Fuße, dessen Höhe verstellbar ist, befindet sich ein aus schwarz gebranntem Messing gefertigtes Gehäuse, welches in eine niedrige, oben offene Pyramide ausläuft. Die eine Seite ist aufklappbar und die Vorderwand hat ein ovales, 35 Mm. breites und 50 Mm. langes Loch, welches durch

Fig. 36.

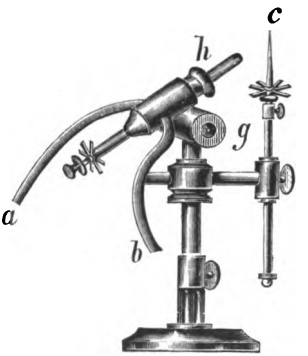
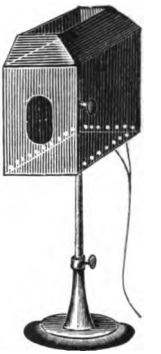


Fig. 37.



eine feine, matte Glasplatte verschlossen ist. Am unteren Rand der Wände und im Boden ist eine Anzahl kleiner Löcher eingeschnitten, um einen Luftstrom zur Ableitung der von den Lampen entwickelten ziemlich beträchtlichen Wärme zu erzeugen. Als Lichtquellen dienen zwei im Innern angebrachte durchsichtige Glühlampen, sogenannte Focuslampen, von je 30 Kerzen und 55 Volt, welche hintereinander geschaltet sind. An der Rückwand befindet sich innen ein kleiner Reflector. Als Leitungsdraht ist der hohen Temperatur wegen an der Lampe Asbestdraht verwendet. Den Draht

Digitized by Google

führt man zweckmäßig unter dem Tische fort und bringt die Schaltung an der Vorderseite des Tisches an.

Die Aufstellung der Beleuchtungslampen muß derart erfolgen, daß der Polarisationsapparat von der strahlenden Wärme nicht getroffen wird, da durch dieselbe die Nicol'schen Prismen leicht Schaden nehmen könnten. Die Lampe soll daher stets ca. 20—25 Cm. vom Ende des Apparates entfernt stehen. Um ein deutliches Gesichtsfeld von genügender Helligkeit zu erhalten, ist es ferner nöthig, daß die Lampe sich in der Achse des Polarisationsapparates befinde. Ein Wechsel der Aufstellung der Lampe während der Polarisation giebt zu Differenzen in den Ablesungen Anlaß, wovon man sich durch einen Versuch leicht überzeugen kann.

Die Beleuchtung der Scala erfolgt entweder mittelst einer kleinen Gasflamme, mittelst in geeigneter Weise angebrachter Spiegel, oder mittelst in einer Parabel gebogener Glasstäbe, welche das Licht der Polarisationslampe auf die Scala reflectiren.

Man hüte sich, der Scala die Beleuchtungsflamme zu sehr zu nähern; durch die strahlende Wärme könnte leicht die Scala verzogen und dadurch der Apparat unrichtig werden.

C. Prüfung, Justirung und Reinigung der Polarisationsapparate.

Jeder Polarisationsapparat muß, soll er allen Anforderungen entsprechen, tadellos gearbeitet sein und auf einem festen Gestelle ruhen. Das Gesichtsfeld muß rein sein, ebenso muß das Bild der Doppelplatte bei Farbenapparaten, oder der Trennungsstrich des Schattenbildes bei Halbschattenapparaten scharf zu erkennen sein. Die Trennungsstriche dürfen nicht verschwommen oder ausgerissen erscheinen, sondern müssen scharfe Begrenzung zeigen. Bei Farbenapparaten müssen die beiden Hälften des Gesichtsfeldes, wenn dieselben einmal für eine bestimmte Farbe eingestellt wurden, bei jeder

Digitized by Google

Drehung des Regulators wieder die gleiche Farbe ergeben. Ist das letztere nicht der Fall, so steht das analysirende Nicol falsch und muß corrigirt werden. Dies geschieht in der Weise, daß das analysirende Nicol H (siehe Fig. 22 auf Seite 54) vorsichtig gedreht wird, bis Farbengleichheit eintritt. Vorher ist die Compensation F, E, G zu entfernen. Diese Erscheinung tritt meist ein, wenn der Apparat einen starken Stoß erlitten hat; beim Halbschattenapparat giebt sie sich in der Weise zu erkennen, daß die beiden Hälften des Gesichtsfeldes ungleiche Farbe annehmen, dies ist ebenfalls in der angegebenen Weise zu beheben. Der Knopf H darf jedoch nur dann gedreht werden, wenn es unbedingt erforderlich ist.

Bei Apparaten mit doppelter Keilcompensation (siehe Fig. 26 auf Seite 59) ist ebenso zu verfahren, nur sind hier die beiden großen und die beiden kleinen Keile, welche sich in den Stücken G und G_1 befinden, zu entfernen, also die 4 Stücke F, E, G und G_1. Der Analysator wird derart gedreht, daß man die eine außerhalb am Rohr sichtbare Schraube etwas lüftet, die andere festschraubt. Ehe man die Keile an ihren Platz zurückbringt, versichere man sich, daß auch beide Schrauben fest angezogen sind.

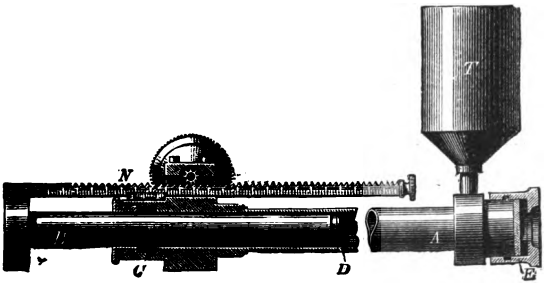
Beim Stammer'schen Apparate (siehe Fig. 28 auf S. 63) sind die beiden Keile F und G zu entfernen, die beiden Schrauben des Analysators ein wenig zu lüften und nunmehr das Nicol durch Drehung in die richtige Lage zu bringen, worauf man die Schrauben fest anzieht und die Compensation wieder an ihren Platz bringt.

Bei allen Polarisationsapparaten hat man sich oft zu vergewissern, ob der Nullpunkt des Apparates (Farben-, bezw. Schattengleichheit) mit jenem der Scala übereinstimmt. Ist dies nicht der Fall, so wird der Nonius der Scala mittelst der unterhalb desselben angebrachten Mikrometerschraube (siehe Fig. 26 auf Seite 59) nach links oder rechts verschoben und mit dem Nullpunkte der Scala zur Uebereinstimmung gebracht.

Digitized by Google

Soll der Keil in allen Stellungen correcte Resultate ergeben, so muß derselbe auf beiden Seiten vollkommen eben, ferner optisch homogen und genau rechtwinkelig zur Krystallachse geschliffen sein. Ist dies nicht der Fall, so kann es vorkommen, daß der Keil nur an einer oder mehreren Stellen unrichtige Resultate ergiebt. Um sich von der Richtigkeit der Keile in ihrer ganzen Länge leicht und rasch zu überzeugen, dienen die von Schmidt und Haensch construirten Controlbeobachtungsröhren. Eine solche ist in Fig. 38

Fig. 38.



abgebildet, dieselbe und ihr Gebrauch wird von der genannten Firma folgendermaßen beschrieben:

Die in der Röhre A sich teleskopartig verschiebende Röhre B ist bei D durch eine planparallele Glasplatte verschlossen und schließt sich, um kleine Drehungen, und dadurch entstehende Abweichungen von der parallelen Stellung der beiden Abschlußgläser D und E zu vermeiden, der inneren Wandung von A sehr genau an. Bei C ist sie außerdem noch durch einen Lederring gedichtet. Die Bewegung derselben wird durch einen Trieb und eine Zahnstange vermittelt; letztere trägt gleichzeitig eine Millimeterscala, die sich an einem an A befestigten zehntheiligen Nonius N vorbeischiebt, so daß Zehntelmillimeter direct abgelesen werden und auch, wenn es erforderlich erscheint, halbe Zehntel noch geschätzt

Digitized by Google

werden können. Die Deckplatte E wird auf die eben abgeschliffene Endfläche der Röhre A durch einen übergeschobenen Kopf mit Bajonnettverschluß angedrückt; um einen zu starken Druck auf dieselbe, der das Glas polarisirend machen könnte, zu vermeiden, ist die Innenseite des Kopfes mit einem Gummiring bedeckt. Der abnehmbare Trichter T nimmt den beim Zusammenschieben der Röhre B und A verdrängten Theil der Lösung auf.

Es ist bekannt, daß die Procentangabe des Polarimeters für eine und dieselbe Lösung proportional der Länge der Röhre ist; so wird z. B. mit gleicher Lösung eine 100 Mm. lange Röhre genau die Hälfte einer 200 Mm. langen angeben. Füllt man die Proberöhre mit einer Lösung von 100 Procent, so wird auch die Scala des beispielsweise auf die Länge von 200 Mm. bezogenen Polarisationsapparates gerade 100 Procent zeigen, wenn die Länge der Röhre 200 Mm. beträgt. Verlängert man dann die Röhre auf 202 Mm., also um 1 Procent ihrer Länge, so muß die Scala bei der neuen Einstellung 101 Procent zeigen u. s. f. Man sieht, daß auf diese Weise mit einer und derselben Lösung die Richtigkeit der Scala innerhalb desjenigen Theiles ihrer Ausdehnung controlirt werden kann, welcher der möglichen Verkürzung oder Verlängerung der Röhre entspricht. Will man über diese Grenze hinaus controliren, so muß man allerdings eine andere Lösung benützen, deren Procentgehalt aber nicht wieder durch Wägung festgestellt zu werden braucht, sondern der so gewählt werden kann, daß er durch das schon controlirte Stück der Scala zu ermitteln ist. Es ist aber vielleicht nicht ganz überflüssig zu bemerken, daß natürlich bei Benützung einer anderen als der 100procentigen Lösung, z. B. einer von y Procent, eine Verlängerung der Röhre von x Procent ihrer ursprünglichen Länge nicht wieder an der Scala eine Vermehrung von x Procent herbeiführt, sondern von $\frac{x \cdot y}{100}$, oder in anderen Worten, daß man bei Benützung einer nur 50 Procent starken Lösung die ursprüngliche Länge von 200 Mm. auf

Digitized by Google

204 Mm. zu bringen hat, wenn an der Scala des Compensators 51 Procent abgelesen werden sollen.

Für den praktischen Gebrauch der Röhre sei noch bemerkt, daß man die Lösung nicht durch den Trichter T einführen darf, da sonst störende Luftblasen mitgerissen werden, die nicht leicht zu beseitigen sind. Das Füllen der Röhre wird so vorgenommen, daß man sie in ganz ausgezogenem Zustande nach Oeffnung des Verschlusses bei E vertical hält, den Trichter T entfernt und die Oeffnung für denselben durch einen dem Apparate beigegebenen Metallpfropfen verschließt, worauf die Lösung eingegossen und der Abschluß in der bei gewöhnlichen Proberöhren gebräuchlichen Art ausgeführt wird.

Eine weitere Annehmlichkeit der Röhre ist noch die, daß mit derselben zur Einstellung der Lösung eines minderwerthigen Zuckers auf volle 100procentige Drehung nach der von Prof. Dr. Scheibler angegebenen Controlmethode die Herstellung einer zweiten Lösung unnöthig wird. Giebt z. B. eine Lösung den Werth 99·4 Procent bei einer 200 Mm. langen Röhre, so würde, um die Drehung von 100 Procent zu erhalten, die Röhre eine Länge von $\frac{200 \cdot 100}{99{\cdot}4} = 201{\cdot}2$ Mm. haben müssen.

Häufig weisen Apparate bei sonst guter Ausführung doch Fehler von mehreren Procenten in einzelnen Regionen auf, was nicht auffallend erscheint, wenn man bedenkt, daß, um eine Aenderung von 1 Procent zu erzeugen, nur eine Verschiedenheit von 0·016 Mm. in der Stärke der Quarzplatte erforderlich ist.

Beim Halbschattenapparat, der unter allen Umständen die reinsten Krystalle verlangt, soll, nachdem auf Gleichheit eingestellt ist, beim Verschieben der Keile nach rechts oder links die auftretende Verdunkelung gleiche Tonfarbe haben. Apparate, die dieses nicht zeigen, stehen nicht auf der Höhe der Leistungsfähigkeit.

Die Halbschattenapparate mit doppelter Keilcompensation gestatten in jeder Hinsicht die leichteste Controle. Von

Digitized by Google

den beiden Compensationen, die hier in Anwendung kommen, ist das eine Paar aus linksdrehendem, das andere aus rechtsdrehendem Bergkrystall geschnitten. Erinnern wir uns der Fehler bezüglich der Homogenität wie der Planität der Keile, so liegt eine Combination, bei welcher die Fehler des einen Keilpaares durch diejenigen des anderen ausgeglichen werden sollten, weit außerhalb jeder Wahrscheinlichkeit, um nicht zu sagen Möglichkeit, es ist deshalb eine Controle nach dieser von Schmidt und Hänsch angegebenen Methode auch theoretisch nicht anfechtbar.

Wird das linksdrehende Keilpaar z. B. auf eine gewisse Dicke verschoben, und das andere genau auf dieselbe Dicke, so ist dies der Punkt, wo beide Hälften des Gesichtsfeldes gleiche Färbung, respective gleiche Beschattung haben; es sei dies der Nullpunkt. Wird nun der eine Keil um etwas verschoben, vielleicht um 1 Grad, so finden wir erst wieder Gleichheit beider Gesichtsfeldhälften, wenn der andere Keil dieselbe Dicke hat, also die Scala ebenfalls genau 1 Grad verschoben ist. Auf diese Weise ist man in der Lage, die ganze Scala beliebig rück- und vorwärts zu prüfen; mit anderen Worten: eine Lösung, die mit dem einen Keil untersucht, eine gewisse Drehung giebt, muß mit dem Controlkeil genau dasselbe Resultat ergeben, wenn eben der Apparat richtig ist.

Zur Reinigung der Metall- sowie der optischen Theile der Polarisations-Apparate benütze man nur einen rein gehaltenen Lederlappen oder sehr reine alte Leinwand, natürlich besondere Lappen für beide Theile. Die Glaslinsen, auch die aus englischem Crown-Glas geschliffenen, überziehen sich allmählich mit einem fettigen Beschlag, der jedoch mit Zuhilfenahme von etwas Spiritus leicht entfernt werden kann. Die Loupe, das Fernrohr und im Halbschatten-Apparat das Beleuchtungssystem können zum Zwecke der Reinigung ohne Schaden herausgenommen werden. Die anderen optischen Theile sollen nur von jenen selbst gereinigt werden, welche mit der Construction hinreichend vertraut sind.

Digitized by Google

Um vor Ausführung jeder einzelnen Polarisation, beziehungsweise ganzer Serien die Apparate leicht und schnell prüfen zu können, bedient man sich eigener Normalquarzplatten, deren Polarisation genau bekannt ist. Besonders bei Apparaten mit beschränkter Scala, bei welchen der Nullpunkt fehlt, und daher zur Sicherheit nicht vorher eingestellt werden kann, ist eine Controle mittelst solcher Quarzplatten unbedingt geboten.

Ergiebt sich vor Vornahme einer Polarisation eine geringe Abweichung der Scala vom Nullpunkte, beziehungsweise vom Drehungsbetrage der Normalquarzplatten, so ist die Scala nicht auf Null einzustellen, sondern der Betrag wird, wenn die Abweichung nach links liegt, zu den Ablesungen zugeschlagen (der Apparat steht zu nieder), oder im entgegengesetzten Falle (wenn nämlich der Apparat zu hoch steht) von diesen abgezogen. Derartige kleine Abweichungen können sowohl durch Temperaturänderungen, als auch in der augenblicklichen Lichtempfindlichkeit des Auges des Beobachters begründet sein.

Werden, was allerdings immer seltener vorkommt, Farbenapparate zur Polarisation benützt, so ist es dringend geboten, daß sich jeder Beobachter von der Farbenempfindlichkeit seines Auges überzeuge. Farbenblindheit tritt bei weitem häufiger auf, als man gewöhnlich anzunehmen pflegt, meist ist dieselbe jedoch nur auf eine oder zwei Farben beschränkt. Ein farbenblinder Beobachter, der mit einem Farbenapparate nie übereinstimmende Ablesungen erzielen wird, kann jedoch mit einem Halbschattenapparate vollkommen genau und zuverlässig polarisiren.

II.

Die aräometrische Zuckerbestimmung.

Die aräometrische Zuckerbestimmung beruht darauf, daß jeder Zuckerlösung von bestimmtem Gehalte ein bestimmtes

Digitized by Google

specifisches Gewicht zukommt. Wird daher dieses ein- für allemal für Zuckerlösungen von bekanntem Gehalt ermittelt, so läßt sich andererseits wieder der einem bekannten specifischen Gewichte zukommende Zuckergehalt geeigneten Tabellen entnehmen.

Das specifische Gewicht ist eine unbenannte Zahl, welche angiebt, wie vielmal schwerer eine Lösung oder ein Körper ist, als ein gleiches Volumen Wasser. Es ist daher gleichzeitig das Gewicht der Volumseinheit (Cubikcentimeter) in Grammen ausgedrückt. Wenn z. B. angegeben wird, das specifische Gewicht des Quecksilbers = 13, so heißt dies: Quecksilber ist 13mal schwerer als ein gleiches Volumen Wasser, oder ein Cubikcentimeter Quecksilber wiegt 13 Gramm.

Das specifische Gewicht einer Zuckerlösung wird immer höher, je größer deren Gehalt an Zucker wird. Soll die Ermittlung des Zuckergehaltes auf aräometrischem Wege brauchbare und genaue Resultate liefern, so darf die zu untersuchende Lösung keine anderen Stoffe als ausschließlich Zucker in Lösung enthalten.

Um somit den Zuckergehalt einer Lösung auf aräometrischem Wege zu bestimmen, ist es nur nöthig, deren specifisches Gewicht zu ermitteln. Dies kann auf verschiedene Weise erfolgen, und zwar:

1. Durch Anwendung der Spindeln (Saccharometer, Ballingspindel);

2. durch Wägung eines bekannten Volumens der Zuckerlösung mittelst des Pyknometers;

3. durch Wägung eines in der Flüssigkeit im Gleichgewichte schwimmenden Körpers (Mohr-Westphal'sche Wage).

1. Ermittlung des specifischen Gewichtes mittelst des Saccharometers.

Wird ein hohler Glaskörper A von der in Fig. 39 angegebenen Form, welcher in seinem unteren Theile B soweit belastet ist, daß er in verticaler Stellung schwimmt, in

Digitized by Google

reines (destillirtes) Wasser gesenkt, so wird er, bei entsprechender Belastung von B, bis nahe zum oberen Ende der Röhre C einsinken. Wird er nun in eine Flüssigkeit von höherem specifischen Gewichte gebracht, so wird er in dieser weniger tief eintauchen. Das Volumen der von einem schwimmenden Körper verdrängten Flüssigkeit besitzt nämlich ein Gewicht, welches dem Gewichte des schwimmenden Körpers gleich ist. Da nun aber das Gewicht des Glaskörpers A unveränderlich ist, wird er in Flüssigkeiten von wechselndem specifischen Gewichte ein verschieden großes Volumen verdrängen, das verdrängte Volumen wird jedoch immer so viel wiegen, wie sein eigenes Gewicht beträgt. Diese Verschiedenheit in der Größe des verdrängten Flüssigkeitsvolumens ergiebt sich dadurch zu erkennen, daß der Körper in Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewichte verschieden tief einsinkt. Läßt man den Körper in Flüssigkeiten von verschiedenem, aber bekanntem specifischen Gewichte schwimmen und markirt man auf der Röhre C jedesmal die Tiefe des Einsinkens, so läßt sich durch Messung leicht die Größe des in jedem Einzelfalle verdrängten Flüssigkeitsvolumens feststellen und darnach eine Scala berechnen, welche die Abstände der Einsinkungspunkte des Instrumentes für Flüssigkeiten jeden beliebigen specifischen Gewichtes angiebt.

Fig. 39.

Es sei V das vom Senkkörper A verdrängte Volumen einer Flüssigkeit vom specifischen Gewichte S, es sei ferner V+v das verdrängte Volumen für eine Flüssigkeit, deren specifisches Gewicht um nmal den Bruchtheil s kleiner als das des ersteren ist, also = S — ns, so hat man die Volumdifferenz zwischen dem ersten Punkte S und dem zweiten Punkte S — ns:

Digitized by Google

$$v = V \frac{ns}{S - ns'},$$

und man kann hiernach die Scala bilden. Bestimmt man aber die Tiefe des Einsinkens des Glaskörpers A in zwei Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewichte, so braucht der Werth von V nicht bekannt zu sein, um die Größe des Abstandes der Scala für die Werthe v zu berechnen. Es seien die Punkte S und S' an der Röhre markirt, und es sei A der Abstand dieser beiden, so ist:

$$v = A \frac{S' ns}{(S - ns)\ (S - S')}.$$

Solche, mit einer Scala versehene Senkkörper, welche direct, je nach dem verschiedenen tiefen Einsinken, die Ablesung des specifischen Gewichtes der betreffenden Flüssigkeit gestatten, bezeichnet man als Aräometer, Senkwagen, Densimeter oder Spindeln. Aus geeigneten Tabellen (s. w. u.) läßt sich dann der Zuckergehalt der betreffenden Lösung entnehmen.

Für die Zwecke der Praxis, in welcher es stets darauf ankommt, den Zuckergehalt einer Lösung ohne Zeitverlust kennen zu lernen, wurden Spindeln construirt, welche direct Procente Zucker abzulesen gestatten. Derartige Spindeln wurden zuerst von Balling eingeführt und später von Brix neuerdings berechnet. Diese denselben abgelesenen Angaben werden daher auch kurzweg als Grade Balling oder Grade Brix bezeichnet, die Werthe sind vollständig gleich.

Zur Anfertigung derselben bereitet man sich nach Balling Zuckerlösungen von verschiedenem, bekanntem Gehalte bis zu sehr hohen Concentrationen, bringt die Lösungen auf die Normaltemperatur von 17·5 Grad C. und läßt das mit einer vorläufigen, willkürlichen Scala versehene Aräometer, welches am oberen Ende noch nicht zugeschmolzen ist, in diesen Lösungen schwimmen. Für jede einzelne Lösung wird die Einsinkungstiefe notirt, die Abstände werden dann in Theile getheilt, welche Procenten und Zehntelprocenten

Digitized by Google

Zucker entsprechen. Diese werden mittelst einer Theilmaschine auf die definitive Scala aufgetragen, und diese an Stelle der vorläufigen in das Rohr des Aräometers eingeschoben, worauf letzteres zugeschmolzen wird. Hierbei darf selbstverständlich keine Aenderung des Gewichtes oder Volumens des Aräometers stattfinden.

Wollte man eine und dieselbe Spindel für die Zuckerbestimmung in hochprocentigen Lösungen, und in solchen von geringerem Zuckergehalte construiren, so würde dadurch entweder die Scala ungemein lang werden, oder die Abstände zwischen den Scalentheilen müßten so klein ausfallen, daß sie mit freiem Auge kaum wahrnehmbar wären. Um diesen Uebelständen aus dem Wege zu gehen, ordnet man die Spindeln in Sätzen an, welche mehrere Spindeln enthalten, auf diesen ist die Gesammtscala vertheilt. Sie zeigen z. B. 0—25, 25—50, 50—75 Procent Zucker, eine größere, nur in ganze Grade getheilte Spindel dient zur oberflächlichen Bestimmung des Procentgehaltes an Zucker, ist dieser ermittelt, so wird jene Spindel eingesenkt, in deren Scalentheil die betreffende Procentzahl fällt. Bei dieser Eintheilung lassen sich auf jeder Spindel des Satzes noch Bruchtheile von 0·1% deutlich auftragen, halbe Zehntelprocente können mit genügender Genauigkeit geschätzt werden.

Die von Beaumé construirten Spindeln sind willkürlich getheilt, sie zeigen daher nicht Procente Zucker an. Ihre Angaben können jedoch mittelst der im Nachstehenden mitgetheilten Tabelle leicht in die Angaben des specifischen Gewichtes, beziehungsweise der Procente Zucker übertragen werden.

Gebrauch der Aräometer. Bevor ein Aräometer in Gebrauch genommen wird, soll man es niemals unterlassen, dasselbe auf seine Richtigkeit zu prüfen. Dies geschieht in der Weise, daß man zunächst den Nullpunkt durch Einsenken in reines, destillirtes Wasser von jener Temperatur, für welche das Aräometer geaicht ist (meist 17·5 Grad C.), controlirt. Hierauf läßt man es nacheinander in Lösungen von bekanntem Gehalte schwimmen. Für das Beaumé'sche

Digitized by Google

Aräometer ist eine zehnprocentige Kochsalzlösung zum Vergleiche zu wählen, für Saccharometer Lösungen, welche 10, 20, 30, 40 bis 50 Procente Zucker in Lösung enthalten. Für Aräometer, deren Scalen specifisches Gewicht anzeigen, sind Lösungen von beliebigen Körpern, deren Dichten man vorher ermittelt hat, zu benützen.

Zur Aufnahme der zu spindelnden Flüssigkeit dienen hohe Standcylinder (Fig. 40), welche entweder schon auf einem, mit Stellschrauben versehenem Fuße montirt sind, oder auf ein, vorher mittelst der Wasserwage horizontal gestelltes Tischchen gesetzt werden. Sie werden bis nahe zum oberen Rande mit Flüssigkeit gefüllt, und nun das Aräometer, indem man es mit Daumen und Zeigefinger an der Spitze hält, langsam und vorsichtig in dieselbe eingesenkt, bis es in der Flüssigkeit schwebt. Da beim Auslassen der Spindel dieselbe stets ein wenig in die Flüssigkeit eintaucht, um dann wieder emporzusteigen, und die oberhalb des Meniscus (s. w. u.) haftende Flüssigkeit ihr absolutes Gewicht vermehren würde, ist sie, nachdem man die beiläufige Tiefe der Einsinkung abgelesen, aus der Flüssigkeit zu nehmen, von dieser oberhalb des Punktes, bis zu welchem der Meniscus stand, durch Abtrocknen zu befreien und nun abermals bis zu diesem Punkte vorsichtig einzusenken. Sobald die Spindel ruhig schwimmt, bemerkt man, daß um jene Stelle, an welcher dieselbe aus der Flüssigkeit ragt, dieselbe etwas in die Höhe gezogen ist. (Fig. 41). Diese Erscheinung wird Meniscus benannt. Die Ablesungen der Spindel hat stets im Niveau der Flüssigkeit zu erfolgen, nimmt die Spindel z. B. die in Fig. 41 angegebene Stellung ein, so hat man demnach nicht 17·0 Grad, sondern 20·0 Grad abzulesen.

Die zu spindelnde Flüssigkeit sollte eigentlich immer die Normaltemperatur besitzen, für welche das Saccharometer geaicht ist (17·5 Grad C.). Da es jedoch ziemlich umständlich ist, die Flüssigkeit auf 17·5 Grad C. abzukühlen, beziehungsweise zu erwärmen, sind die Saccharometer entweder derart eingerichtet, daß die Correctur, welche bei

Digitized by Google

Vornahme der Spindelung in einer kälteren beziehungsweise wärmeren Flüssigkeit an der Saccharometeranzeige anzubringen ist, direct an diesen abgelesen werden kann, oder dieselbe erfolgt mit Hilfe einer weiter unten angegebenen Tabelle. Im ersten Falle besitzt das Saccharometer in seinem

Fig. 40.

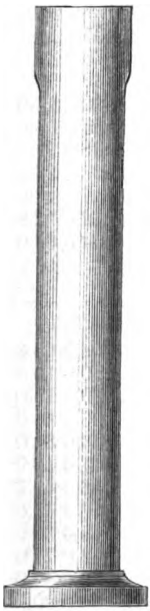
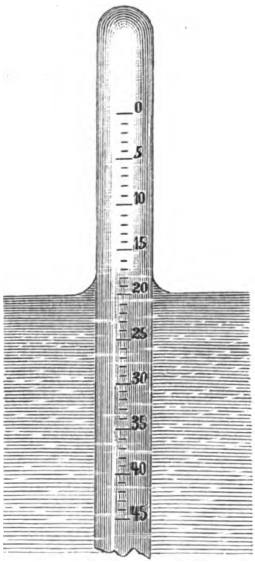


Fig. 41.



unteren Theile ein Thermometer, dessen Scala rechts in schwarzer Farbe Grade Celsius verzeichnet trägt, links sind Zehntel-Grade Balling mit rother Farbe, welche dem Stand des Quecksilbers im Thermometer entsprechen, angegeben. Die Angaben der rothen Scala sind über dem Nullpunkte derselben der Saccharometeranzeige zuzuzählen, unter Null von derselben in Abzug zu bringen.

Digitized by Google

Berichtigung der Procente Balling nach der Temperatur auf 17·5° C.

Temperatur Grad Celsius	Procente Balling der Lösung													
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80
	von der Aräometeranzeige abzuziehen													
0	0·27	0·30	0·41	0·52	0·62	0·72	0·82	0·90	0·98	1·05	1·11	1·21	1·25	1·29
5	0·23	0·30	0·37	0 44	0·52	0·59	0·65	0·72	0·75	0·78	0·81	0·88	0·91	0·94
10	0·20	0·26	0 29	0·33	0·36	0 39	0·42	0·45	0·48	0·49	0 50	0·54	0·58	0·61
11	0·18	0·23	0·26	0·28	0·31	0·34	0·36	0·39	0·41	0·42	0·43	0·47	0·50	0·53
12	0·16	0·20	0·22	0.24	0·26	0·29	0·31	0·33	0·34	0·35	0·36	0·40	0·42	0·46
13	0·14	0·18	0·19	0·21	0·22	0·24	0·26	0·27	0·28	0·28	0·29	0·33	0·35	0·39
14	0·12	0·15	0·16	0·17	0·18	0·19	0 21	0·22	0·22	0·23	0·23	0·26	0·28	0·32
15	0·09	0·11	0·12	0·14	0·14	0·15	0·16	0·16	0·16	0·17	0·17	0·19	0·21	0·25
16	0·06	0·07	0·08	0·09	0 10	0·10	0·11	0·11	0·12	0·12	0·12	0·14	0·16	0·10
17	0·02	0·02	0·03	0 03	0 03	0·03	0·04	0·04	0·04	0·04	0·04	0·05	0·05	0·06
	zur Aräometeranzeige hinzuzufügen													
18	0·02	0·03	0·03	0 03	0 03	0·03	0 03	0·03	0·03	0·03	0 03	0·03	0·03	0·02
19	0·06	0·08	0·08	0·09	0·09	0·10	0·10	0·10	0·10	0·10	0·10	0·10	0·08	0·06
20	0·11	0·14	0·15	0·17	0·17	0·18	0·18	0·18	0·19	0·19	0·19	0·18	0·15	0.11
21	0·16	0 20	0·22	0·24	0·24	0·25	0·25	0·25	0·26	0·26	0·26	0·25	0·22	0·18
22	0·21	0·26	0·29	0·31	0·31	0·32	0·32	0·32	0·33	0·33	0·34	0·32	0·29	0·25
23	0·27	0·32	0·35	0·37	0·38	0·39	0·39	0·39	0·40	0·41	0·42	0·39	0·36	0·33
24	0·32	0·38	0·41	0·43	0·44	0·46	0·46	0·47	0·47	0·48	0·49	0·46	0·43	0·40
25	0·37	0·44	0·47	0·49	0·51	0·53	0·54	0·55	0·55	0 56	0·57	0·54	0·51	0·48
26	0·43	0·50	0·54	0·56	0·58	0·60	0·61	0·62	0·62	0·63	0·65	0·62	0·58	0·55
27	0·49	0·57	0·61	0·63	0·65	0·68	0·68	0·69	0·70	0·72	0·74	0·70	0·65	0·62
28	0·56	0·64	0·68	0·70	0·72	0·75	0·76	0·78	0·78	0·80	0·82	0·78	0·72	0·70
29	0·63	0·71	0·75	0·78	0.79	0·84	0·84	0·86	0·86	0·88	0·90	0·86	0·80	0·78
30	0·70	0·78	0·82	0·87	0·88	0·91	0·92	0·94	0·94	0·96	0·98	0·94	0·88	0·86
35	1·10	1·17	1·22	1·24	1·30	1·32	1·33	1·35	1·36	1·37	1·39	1·34	1·27	1·25
40	1·50	1·61	1·67	1·71	1·73	1·79	1·79	1·80	1·82	1·82	1·83	1·78	1·69	1·65
50	—	2·65	2·71	2·74	2·78	2·80	2·80	2·80	2·80	2·79	2.79	2·70	2·56	2·51
60	—	3·87	3·88	3·88	3·88	3·88	3·88	3·88	3 90	3·86	3·82	3·70	3·43	3·41
70	—	5·17	5·18	5·20	5·14	5·13	5·10	5·08	5·06	5·00	4·90	4·72	4·47	4·35
80	—	—	6·62	6·59	6·55	6·46	6·33	6·30	6·26	6·16	6·06	5·82	5·50	5·33
90	—	—	8·26	8·16	8·06	7·97	7·83	7 71	7·58	7·45	7·30	6·96	6·58	6·37
100	—	—	10·01	9·87	9·72	9·56	9·39	9·21	9·03	8·84	8·64	8·22	7·76	7·42

Digitized by Google

Vorstehende Tabelle gestattet die Berichtigung nach der mittelst eines in die Flüssigkeit eingesenkten Thermometers erhobenen Temperatur:

Wären z. B. am Thermometer 15 Grad C. abgelesen worden, und an der Spindel 20% Balling, so wären von dieser Anzeige 0·14% abzuziehen, die corrigirte Ablesung wäre demnach 19·86. Bei einer Temperatur von 25 Grad C. würde sie dagegen 20·51 betragen.

2. Ermittlung des specifischen Gewichtes mittelst des Pyknometers.

Es wurde schon erwähnt, daß das specifische Gewicht einer Lösung oder eines festen Körpers das Gewicht der Volumseinheit ist. Ist ein Vielfaches des Gewichtes der letzteren und die Anzahl der Volumseinheiten bekannt, so läßt sich das specifische Gewicht s leicht berechnen nach der Formel $s = \frac{p}{v}$, worin p das Gewicht von v Cubikcentimetern der Lösung bei 17·5 Grad C. angiebt.

Die Ausführung erfolgt in der Weise, daß die Lösung in ein trockenes Kölbchen von bekanntem Gewichte eingefüllt, auf 17·5 Grad C. gebracht, genau bis zur Marke eingestellt und gewogen wird. Vorher wird in gleicher Weise das Gewicht und somit auch der Inhalt des Kölbchens ermittelt, indem es, mit Wasser gefüllt, gewogen wurde. Zur Erläuterung diene folgendes Beispiel:

Gewicht des	Kölbchens + Wasser	80·7860 Gramm
»	» Kölbchens	30·7860 »
»	» Wassers	50·0000 Gramm

Der Inhalt des Kölbchens ist daher genau 50 Cbcm., da 1 Gramm Wasser = 1 Cbcm.

Gewicht des	Kölbchens + Zuckerlösung	87·3200 Gramm
»	» Kölbchens	30·7860 »
»	von 50 Cbcm. Zuckerlösung	56·5340 Gramm

Digitized by Google

Das specifische Gewicht beträgt daher 56·5340 : 50 = 1·13068.

Aus der weiter unten mitgetheilten Tabelle ergiebt sich dann, daß eine Zuckerlösung vom specifischen Gewichte 1·13068 30·2 Procent Zucker enthält.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes können genaue, vollkommen trockene 50 Cbcm.-Kölbchen Verwendung finden.

Für genaue Bestimmungen empfiehlt sich der Gebrauch eines der in folgenden Figuren abgebildeten eigentlichen Pyknometer.

Fig. 42.

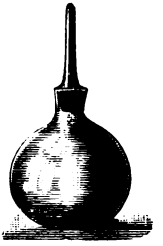


Fig. 43.

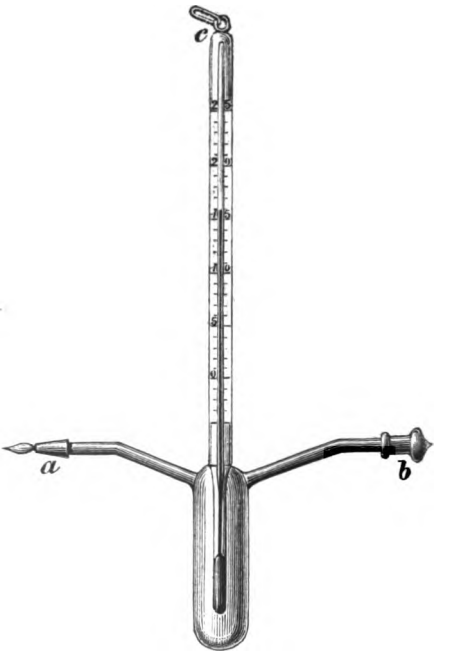


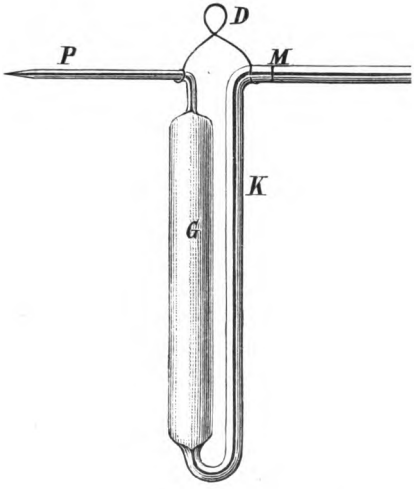
Fig. 42 stellt ein einfaches Pyknometer vor; dasselbe ist mit einem genau passenden, eingeschliffenen Glasstöpsel versehen, welcher der Länge nach capillar durchbohrt ist. Nachdem man das Pyknometer gefüllt hat, und der Inhalt auf 17·5 Grad gebracht ist, wird der Glasstöpsel schnell eingesetzt, so daß die Flüssigkeit am Ende der Capillaren

Digitized by Google

raustritt. Das Pyknometer wird nun vollständig abge-
ocknet, der auf den Capillaren sitzende Flüssigkeitstropfen
ntfernt, indem man denselben von Löschpapier aufsaugen
ßt, und gewogen. Genauere Resultate liefern die in
ig. 43 und 44 abgebildeten Pyknometer. Ersteres, von
Sprengel construirtes, ist mit einem Thermometer zur
enauen Ablesung der Temperatur im Innern der Flüssig-

Fig. 44.

Fig. 45.

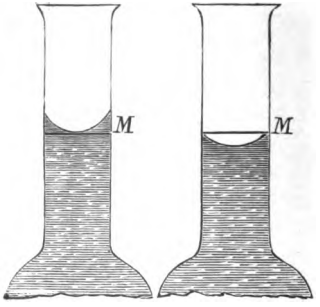


eit versehen. Es wird gefüllt, indem man die Verschlüsse
a und b entfernt, an einer Seite einen Kautschukschlauch
befestigt, welcher in die zu prüfende Flüssigkeit taucht und
am anderen Ende saugt, bis das Pyknometer vollständig
gefüllt ist. Dann wird dasselbe verschlossen, abgetrocknet und
gewogen; der Ring c gestattet eine bequeme Befestigung an
der Wage. — Das in Fig. 44 abgebildete Pyknometer ist gleich
Fig. 42 construirt, nur ist es ebenfalls mit einem Thermometer
versehen.

Digitized by Google

Für größere Bestimmungsreihen eignet sich besonders das von Sprengel construirte und von W. Ostwald verbesserte Pyknometer Fig. 45. Dasselbe besteht aus einem hohlen Glaskörper G, an welchem die beiden Capillarröhren K und P angeschmolzen sind. P ist zu einer Spitze ausgezogen, K bei M mit einer Marke versehen. Um das Pyknometer zu füllen, wird durch Saugen am Ende von K durch P Flüssigkeit in das Innere befördert. Hierauf hängt man das Pyknometer durch 10 Minuten in Wasser von 17·5 Grad C. Die Capillare P bleibt immer gefüllt, die

Fig. 46. Fig. 47.



Einstellung der Flüssigkeit in die Capillare K bis zur Marke M erfolgt in der Weise, daß man an die Spitze von P ein kleines Stückchen Löschpapier hält. In dem Maße, als dasselbe Flüssigkeit aufsaugt, tritt in K dieselbe zurück. Man entfernt das Löschpapier, sobald deren Meniscus M erreicht hat. Hat sich die Flüssigkeit beim Abkühlen auf 17·5 Grad C. bis hinter M zurückgezogen, so bringt man neue Flüssigkeit in der Weise ins Pyknometer, daß man an die Spitze P einen an einem Glasstab hängenden Tropfen hält. Derselbe wird sogleich durch die Capillarität in die Röhre gezogen, und in K tritt die Flüssigkeit bis über die Marke M hinaus. Wird das specifische Gewicht mehrerer Lösungen hintereinander bestimmt, so ist es nicht nöthig, das Pyknometer nach

Digitized by Google

eder Bestimmung zu trocknen, es genügt, wenn es mit der Lösung drei- bis viermal gründlich ausgespült wird.

Die Einstellung des Flüssigkeitsrandes (Meniscus) in den Pyknometern hat stets mit größter Sorgfalt und immer in gleicher Weise zu erfolgen. Man führt sie in der Weise aus, daß der Meniscus auf der Marke M (Fig. 46) aufsitzt; entschieden fehlerhaft wäre es, die Einstellung in der in Fig. 47 angegebenen Weise vorzunehmen.

3. Ermittlung des specifischen Gewichtes durch Wägung eines in der Flüssigkeit in der Gleichgewichtslage schwimmenden Körpers.

Besitzt ein Körper das Gewicht G, so wird derselbe, wenn er freischwebend in Wasser gewogen wird, das Gewicht G — g haben, denn er verliert nach dem archimedischen Princip so viel scheinbar an seinem Gewichte, als das von ihm verdrängte Flüssigkeitsvolumen wiegt. Wird derselbe Körper dann in einer Flüssigkeit gewogen, welche ein höheres specifisches Gewicht besitzt wie Wasser, so wird er nicht mehr das Gewicht G — g, sondern jenes G — g' besitzen, worin g' größer ist als g. Da aber g das Gewicht eines dem Volumen des Körpers gleich großen Wasservolumens ist, so ist g' das Gewicht des gleichen Volumens der schwereren Flüssigkeit. Auf diese Weise lassen sich die Gewichte gleich großer Volumen der zwei Flüssigkeiten von ungleicher Dichte ermitteln, von denen die eine Wasser vom specifischen Gewichte 1·00 ist. Das specifische Gewicht der anderen Flüssigkeit ist dann

$$s = \frac{g'}{g}.$$

Würde z. B. ein in der Luft 100 Gramm wiegender Körper in Wasser getaucht nur 90 Gramm wiegen, so wiegt ein ihm gleich großes Volumen Wasser 10 Gramm. Wiegt derselbe Körper in einer Zuckerlösung nur 87·5 Gramm, so

Digitized by Google

wiegt ein ihm gleich großes Volumen der Zuckerlösung 12·5 Gramm. Das specifische Gewicht der Zuckerlösung beträgt dann

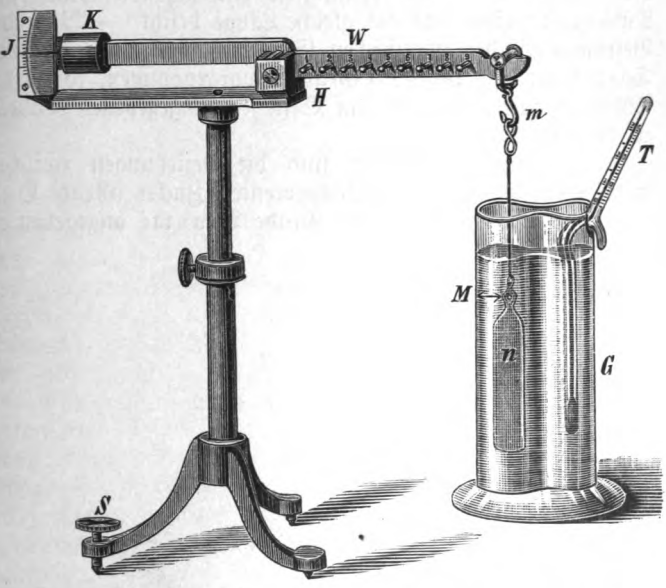
$$s = \frac{12 \cdot 5}{10} = 1 \cdot 25000.$$

Auf diesem Principe beruhen die hydrostatischen Wagen. Während jedoch bei älteren Wagen dieser Construction Senkkörper von beliebigem Gewichte und Volumen angewendet wurden, und demnach die zu diesen Waagen gehörigen Gewichte nur einem Senkkörper entsprachen und für diesen genau justirt werden mußten, verwendet man jetzt Senkkörper, welche bei 15 Grad C. genau 10 Cbcm. Wasser verdrängen. Eine solche Wage, Construction J. Nemetz, Wien, ist in Fig. 48 abgebildet. Dieselbe ruht auf einem Stativ, dessen Höhe verstellbar ist; demselben wird mittelst der Schraube S eine verticale Stellung ertheilt. Der Senkkörper n ist mittelst eines feinen Platindrahtes an dem Wagebalken W befestigt, welcher um die Achse H drehbar ist. Der andere Arm der Wage ist durch das Gegengewicht K derart belastet, daß der Senkkörper, wenn derselbe frei schwebt, genau im Gleichgewichte gehalten wird. Wird der Senkkörper in das mit Wasser gefüllte Gefäß G getaucht, so wird das Gleichgewicht gestört, dasselbe wird jedoch wieder hergestellt, sobald bei m ein Gewicht von 10 Gramm befestigt wird. Dasselbe entspricht genau dem Gewichte des durch den Senkkörper verdrängten Volumens Wasser (10 Cbcm.). Die übrigen Gewichte wiegen 1·0, 0·1 und 0·01 Gramm. Der Arm der Wage, welcher den Senkkörper trägt, ist in 10 gleiche Theile getheilt; in den diesen entsprechenden gleichen Abständen sind Stifte befestigt, welche zur Aufhängung der Gewichte dienen. Wird nun das Gefäß G bis zur Marke M mit Zuckerlösung gefüllt und der Senkkörper eingehängt, so wird er abermals leichter erscheinen. Man hängt nun die vier Gewichte derart an den Stiften auf, daß die Zunge T des Wagebalkens abermals auf den Nullpunkt der Theilung einspielt. Durch Addition der Gewichte unter Berücksichtigung

Digitized by Google

hrer Stellung findet man unmittelbar den Gewichtsverlust, welchen der Körper in der Zuckerlösung erleidet. Da das vom Senkkörper verdrängte Volumen aber genau 10 Cbcm. beträgt, ist der abgelesene Betrag gleich dem specifischen Gewichte der Zuckerlösung.

Fig. 48.



Diese Construction besitzt den Vortheil, daß bei eventuellem Verlust des Senkkörpers derselbe ohneweiters neu beschafft werden kann, ohne daß andere Gewichte nöthig wären, überdies können auch diese gegen jedes beliebige andere Gewicht von gleicher Schwere ausgewechselt werden. Die Construction des Gefäßes G sowie des hakenförmig gestalteten Thermometers T erlaubt die Arbeit unter Vermeidung eines Zusammenstoßes des Senkkörpers mit dem

Digitized by Google

Thermometer, überdies ist letzteres derart eingerichtet, daß der Nullpunkt schon außerhalb der Flüssigkeit zu stehen kommt, es ist daher auch eine Ablesung der Temperatur möglich, ohne das Thermometer aus der Flüssigkeit entfernen zu müssen, wenn letztere trübe ist. Die Flüssigkeit ist stets nur bis zur Marke M, jedoch auch nicht unterhalb derselben (vor Einsenkung des Körpers n) einzufüllen, damit das ebenfalls in die Flüssigkeit eintauchende Stück des Aufhängedrahtes stets die gleiche Länge besitzt. — Wird die Bestimmung des specifischen Gewichtes bei einer anderen Temperatur wie bei 17·5 Grad C. vorgenommen, so ist die Ablesung mit Hilfe der auf Seite 88 angegebenen Tabelle zu corrigiren.

In folgender Tabelle sind die Beziehungen zwischen specifischem Gewicht, Gewichtsprocenten Zucker (Grade Balling oder Brix) und neuen Grade Beaumé angegeben.

Digitized by Google

Vergleichende Angaben zwischen specifischem Gewicht, Graden Brix und Graden Beaumé.

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
0·0	1·00000	0·00	3·0	1·01173	1·70
0·1	1·00038	0·06	3·1	1·01213	1·76
0·2	1·00077	0·11	3·2	1·01252	1·82
0·3	1·00116	0·17	3·3	1·01292	1·87
0·4	1·00155	0·23	3·4	1·01332	1·93
0·5	1·00193	0·28	3·5	1·01371	1·99
0·6	1·00232	0·34	3·6	1·01411	2·04
0·7	1·00271	0·40	3·7	1·01451	2·10
0·8	1·00310	0·45	3·8	1·01491	2·16
0·9	1·00349	0·51	3·9	1·01531	2·21
1·0	1·00388	0·57	4·0	1·01570	2·27
1·1	1·00427	0·63	4·1	1·01610	2·33
1·2	1·00466	0·68	4·2	1·01650	2·38
1·3	1·00505	0·74	4·3	1·01690	2·44
1·4	1·00544	0 80	4·4	1·01730	2·50
1·5	1·00583	0·85	4·5	1·01770	2·55
1·6	1·00622	0·91	4·6	1·01810	2·61
1·7	1·00662	0·97	4·7	1·01850	2·67
1·8	1·00701	1·02	4·8	1·01890	2·72
1·9	1·00740	1·08	4·9	1·01930	2·78
2·0	1·00779	1·14	5·0	1·01970	2·84
2·1	1 00818	1·19	5·1	1·02010	2·89
2·2	1·00858	1·25	5·2	1·02051	2·95
2·3	1·00897	1·31	5·3	1·02091	3·01
2·4	1·00936	1·36	5·4	1·02131	3·06
2·5	1·00976	1·42	5·5	1·02171	3·12
2·6	1·01015	1·48	5·6	1·02211	3·18
2·7	1·01055	1·5	5·7	1·02252	3·23
2·8	1·01094	1·59	5·8	1·02292	3·29
2·9	1·01134	1·65	5·9	1·02333	3·35

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
6·0	1·02373	3·40	9·5	1·03806	5·38
6·1	1·02413	3·46	9·6	1·03848	5·44
6·2	1·02454	3·52	9·7	1·03889	5·50
6·3	1·02494	3·57	9·8	1·03931	5·54
6·4	1·02535	3·63	9·9	1·03972	5·61
6·5	1·02575	3·69			
6·6	1·02616	3·74	10·0	1·04014	5·67
6·7	1·02657	3·80	10·1	1·04055	5·72
6·8	1·02697	3·86	10·2	1·04097	5·78
6·9	1.02738	3·91	10·3	1·04139	5·83
			10·4	1·04180	5·89
7·0	1·02779	3·97	10·5	1·04222	5·95
7·1	1·02819	4·03	10·6	1·04264	6·00
7·2	1·02860	4·08	10·7	1·04306	6·06
7·3	1·02901	4·14	10·8	1·04348	6·12
7·4	1·02942	4·20	10·9	1·04390	6·17
7 5	1·02983	4·25			
7·6	1·03024	4·31	11·0	1·04431	6·23
7·7	1·03064	4·37	11·1	1·04473	6·29
7·8	1·03105	4·42	11·2	1·04515	6·34
7·9	1·03146	4·48	11·3	1·04557	6·40
			11·4	1·04599	6·46
8·0	1·03187	4·53	11·5	1·04641	6·51
8·1	1·03228	4·59	11·6	1·04683	6·57
8·2	1·03270	4·65	11·7	1·04726	6·62
8·3	1·03311	4·70	11·8	1·04768	6·68
8·4	1·03352	4·76	11·9	1·04810	6·74
8·5	1·03393	4·82			
8·6	1·03434	4·87	12·0	1·04852	6·79
8·7	1·03475	4·93	12·1	1·04894	6·85
8·8	1·03517	4·99	12·2	1·04937	6·91
8·9	1·03558	5·04	12·3	1·04979	6,96
			12·4	1·05021	7,02
9·0	1·03599	5·10	12·5	1·05064	7·08
9·1	1·03640	5·16	12·6	1·05106	7,13
9·2	1·03682	5·21	12·7	1·05149	7,19
9·3	1·03723	5·27	12·8	1·05191	7,24
9·4	1·03765	5·33	12·9	1·05233	7,30

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
13·0	1·05276	7·36	16·5	1·06783	9·33
13·1	1·05318	7·41	16·6	1·06827	9·38
13·2	1·05361	7·47	16·7	1·06871	9·44
13·3	1·05404	7·53	16·8	1·06914	9·49
13·4	1·07446	7·58	16·9	1·06958	9·55
13·5	1·05489	7·64			
13·6	1·05532	7·69	17·0	1·07002	9·61
13·7	1·05574	7·75	17·1	1·07046	9·66
13·8	1·05617	7·81	17·2	1·07090	9·72
13·9	1·05660	7·86	17·3	1·07133	9·77
			17·4	1·07177	9·83
14·0	1·05703	7·92	17·5	1·07221	9·89
14·1	1·05746	7·98	17·6	1·07265	9·94
14·2	1·05789	8·03	17·7	1·07309	10·00
14·3	1·05831	8·09	17·8	1·07358	10·06
14·4	1·05874	8·14	17·9	1·07397	10·11
14·5	1·05917	8·20			
14·6	1·05960	8·26	18·0	1·07441	10·17
14·7	1·06003	8·31	18·1	1·07485	10·22
14·8	1·06047	8·37	18·2	1·07530	10·28
14·9	1·06090	8·43	18·3	1·07574	10·33
			18·4	1·07518	10·39
15·0	1·06133	8·48	18·5	1·07662	10·45
15·1	1·06176	8·54	18·6	1·07706	10·50
15·2	1·06219	8·59	18·7	1·07751	10·56
15·3	1·06262	8·65	18·8	1·07795	10·62
15·4	1·06306	8·71	18·9	1·07839	10·67
15·5	1·06349	8·76			
15·6	1·06392	8·82	19·0	1·07884	10·73
15·7	1·06436	8·88	19·1	1·07928	10·78
15·8	1·06479	8·93	19·2	1·07973	10·84
15·9	1·06522	8·99	19·3	1·08017	10·90
			19·4	1·08062	10·95
16·0	1·06566	9·04	19·5	1·08106	11·01
16·1	1·06609	9·10	19·6	1·08151	11·06
16·2	1·06653	9·16	19·7	1·08196	11·12
16·3	1·06696	9·21	19·8	1·08240	11·18
16·4	1·06740	9·27	19·9	1·08285	11·27

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
20·0	1·08329	11·29	23·5	1·09915	13·24
20·1	1·08374	11·34	23·6	1·09961	13·30
20·2	1·08419	11·40	23·7	1·10007	13·35
20·3	1·08464	11·45	23·8	1·10053	13·41
20·4	1·08509	11·51	23·9	1·10099	13·46
20·5	1·08553	11·57			
20·6	1·08599	11·62	24·0	1·10145	13·52
20·7	1·08643	11·68	24·1	1·10191	13·58
20·8	1·08688	11·73	24·2	1·10237	13·63
20·9	1·08733	11·79	24·3	1·10283	13·69
			24·4	1·10329	13·74
21·0	1·08778	11·85	24·5	1·10375	13·80
21·1	1·08824	11·90	24·6	1·10421	13·85
21·2	1·08869	11·96	24·7	1·10468	13·91
21·3	1·08914	12·01	24·8	1·10514	13·96
21·4	1·08959	12·07	24·9	1·10560	14·02
21·5	1·09004	12·13			
21·6	1·09049	12·18	25·0	1·10607	14·08
21·7	1·09095	12·24	25·1	1·10653	14·13
21·8	1·09140	12·29	25·2	1·10700	14·19
21·9	1·09185	12·35	25·3	1·10746	14·24
			25·4	1·10793	14·30
22·0	1·09231	12·40	25·5	1·10839	14·35
22·1	1·09276	12·46	25·6	1·10886	14·41
22·2	1·09321	12·52	25·7	1·10932	14·47
22·3	1·09367	12·57	25·8	1·10979	14·52
22·4	1·09412	12·63	25·9	1·11026	14·58
22·5	1·09458	12·68			
22·6	1·09503	12·74	26·0	1·11072	14·63
22·7	1·09549	12·80	26·1	1·11119	14·69
22·8	1·09595	12·85	26·2	1·11166	14·74
22·9	1·09640	12·91	26·3	1·11213	14·80
			26·4	1·11259	14·85
23·0	1·09686	12·96	26·5	1·11306	14·91
23·1	1·09732	13·02	26·6	1·11353	14·97
23·2	1·09777	13·07	26·7	1·11400	15·02
23·3	1·09823	13·13	26·8	1·11447	15·08
23·4	1·09869	13·19	26·9	1·11494	15·13

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
27·0	1·11541	15·19	30·5	1·13207	17·12
27·1	1·11588	15·24	30·6	1·13255	17·18
27·2	1·11635	15·30	30·7	1·13304	17·23
27·3	1·11682	15·35	30·8	1·13352	17·29
27·4	1·11729	15·41	30·9	1·13400	17·35
27·5	1·11776	15·46			
27·6	1·11824	15·52	31·0	1·13449	17·40
27·7	1·11871	15·58	31·1	1·13497	17·46
27·8	1·11918	15·63	31·2	1·13545	17·51
27·9	1·11965	15·69	31·3	1·13594	17·57
			31·4	1·13642	17·62
28·0	1·12013	15·74	31·5	1·13691	17·68
28·1	1·12060	15·80	31·6	1·13740	17·73
28·2	1·12107	15·85	31·7	1·13788	17·79
28·3	1·12155	15·91	31·8	1·13837	17·84
28·4	1·12202	15·96	31·9	1·13885	17·90
28·5	1·12250	16·02			
28·6	1·12297	16·07	32·0	1·13934	17·95
28·7	1·12345	16·13	32·1	1·13983	18·01
28·8	1·12393	16·18	32·2	1·14032	18·06
28·9	1·12440	16·24	32·3	1·14081	18·12
			32·4	1·14129	18·17
29·0	1·12488	16·30	32·5	1·14178	18·23
29·1	1·12536	16·35	32·6	1·14227	18·28
29·2	1·12583	16·41	32·7	1·14276	18·34
29·3	1·12631	16·46	32·8	1·14325	18·39
29·4	1·12679	16·52	32·9	1·14374	18·45
29·5	1·12727	16·57			
29·6	1·12775	16·63	33·0	1·14423	18·50
29·7	1·12823	16·68	33·1	1·14472	18·56
29·8	1·12871	16·74	33·2	1·14531	18·61
29·9	1·12919	16·79	33·3	1·14570	18·67
			33·4	1·14620	18·72
30·0	1·12967	16·85	33·5	1·14669	18·78
30·1	1·13015	16·90	33·6	1·14718	18·85
30·2	1·13063	16·96	33·7	1·14767	18·89
30·3	1·13111	17·01	33·8	1·14817	18·95
30·4	1·13259	17·07	33·9	1·14866	19·00

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
34·0	1·14915	19·05	37·5	1·16666	20·97
34·1	1·14965	19·11	37·6	1·16717	21·02
34·2	1·15014	19·16	37·7	1·16768	21·08
34·3	1·15064	19·22	37·8	1·16818	21·13
34·4	1·15113	19·27	37·9	1·16869	21·19
34·5	1·15163	19·33			
34·6	1·15213	19·38	38·0	1·16920	21·24
34·7	1·15262	19·44	38·1	1·16971	21·30
34·8	1·15312	19·49	38·2	1·17022	21·35
34·9	1·15362	19·55	38·3	1·17072	21·40
			38·4	1·17122	21·46
35·0	1·15411	19·60	38·5	1·17174	21·51
35·1	1·15461	19 66	38·6	1·17225	21·57
35·2	1·15511	19·71	38·7	1·17276	21·62
35·3	1·15561	19·76	38·8	1·17327	21·68
35·4	1·15611	19·82	38·9	1·17379	21·73
35·5	1·15661	19·87			
35·6	1·15710	19·93	39·0	1·17430	21·79
35·7	1·15760	19·98	39·1	1·17481	21·84
35·8	1·15810	20·04	39·2	1·17532	21·90
35·9	1·15861	20·09	39·3	1·17583	21·95
			39·4	1·17635	22·00
36 0	1·15911	20·15	39·5	1·17686	22·06
36·1	1·15961	20·20	39·6	1·17737	22·11
36·2	1·16011	20·26	39·7	1·17789	22·17
36·3	1·16061	20·31	39·8	1·17840	22·22
36·4	1·16111	20·37	39·9	1·17892	22·28
36·5	1·16162	20·42			
36·6	1·16212	20·48	40·0	1·17943	22·33
36·7	1·16262	20·53	40·1	1·17995	22·38
36·8	1·16313	20·59	40·2	1·18046	22·44
36 9	1·16363	20·64	40·3	1·18098	22·49
			40·4	1·18150	22·55
37·0	1·16413	20·70	40·5	1·18201	22·60
37·1	1·16464	20·75	40·6	1·18253	22·66
37·2	1·16514	20·80	40·7	1·18305	22·71
37·3	1·16565	20·86	40 8	1·18357	22·77
37·4	1·16616	20·91	40·9	1·18408	22·82

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
41·0	1·18460	22·87	44·5	1·20299	24·77
41·1	1·18512	22·93	44·6	1·20352	24·82
41·2	1·18564	22·98	44·7	1·20405	24·88
41·3	1·18616	23·04	44·8	1·20458	24·93
41·4	1·18668	23·09	44·9	1·20512	24·98
41·5	1·18720	23·15			
41·6	1·18772	23·20	45·0	1·20565	25·04
41·7	1·18824	23·25	45·1	1·20618	25·09
41·8	1·18887	23·31	45·2	1·20672	25·14
41·9	1·18929	23·36	45·3	1·20725	25·20
			45·4	1·20779	25·25
42·0	1·18981	23·42	45·5	1·20832	25·31
42·1	1·19033	23·47	45·6	1·20886	25·36
42·2	1·19086	23·52	45·7	1·20939	25·41
42·3	1·19138	23·58	45·8	1·20993	25·47
42·4	1·19190	23·63	45·9	1·21046	25·52
42·5	1·19243	23·69			
42·6	1·19295	23·74	46·0	1·21100	25·57
42·7	1·19348	23·79	46·1	1·21154	25·63
42·8	1·19400	23·85	46·2	1·21208	25·68
42·9	1·19453	23·90	46·3	1·21261	25·74
			46·4	1·21315	25·79
43·0	1·19505	23·96	46·5	1·21369	25·84
43·1	1·19558	24·01	46·6	1·21423	25·90
43·2	1·19611	24·07	46·7	1·21477	25·95
43·3	1·19663	24·12	46·8	1·21531	26·00
43·4	1·19716	24·17	46·9	1·21585	26·06
43·5	1·19769	24·23			
43·6	1·19822	24·28	47·0	1·21639	26·11
43·7	1·19875	24·34	47·1	1·21693	26·17
43·8	1·19927	24·39	47·2	1·21747	26·22
43·9	1·19980	24·44	47·3	1·21802	26·27
			47·4	1·21856	26·33
44·0	1·20033	24·50	47·5	1·21910	26·38
44·1	1·20086	24·55	47·6	1·21964	26·43
44·2	1·20139	24·61	47·7	1·22019	26·49
44·3	1·20192	24·66	47·8	1·22073	26·54
44·4	1·20245	24·71	47·9	1·22127	26·59

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
48·0	1·22182	26·65	51·5	1·24111	28·51
48·1	1·22236	26·70	51·6	1·24166	28·57
48·2	1·22291	26·75	51·7	1·24222	28·62
48·3	1·22345	26·81	51·8	1·24278	28·67
48·4	1·22400	26·86	51·9	1·24334	28·73
48·5	1·22455	26·92			
48·6	1·22509	26·97	52·0	1·24390	28·78
48·7	1·22564	27·02	52·1	1·24446	28·83
48·8	1·22619	27·08	52·2	1·24502	28·89
48·9	1·22673	27·13	52·3	1·24558	28·94
			52·4	1·24614	28·09
49·0	1·22728	27·18	52 5	1·24670	29·05
49·1	1·22783	27·24	52·6	1·24726	29·10
49·2	1·22838	27·29	52·7	1·24782	29·15
49·3	1·22893	27·34	52·8	1·24839	29·20
49·4	1·22948	27·40	52·9	1·24895	29·26
49·5	1·23003	27·45			
49·6	1·23058	27·50	53·0	1·24951	29·31
49·7	1·23113	27·56	53·1	1·25008	29·36
49·8	1·23168	27·61	53·2	1·25064	29·42
49·9	1·23223	27·66	53·3	1·25120	29·47
			33·4	1·25177	29·52
50·0	1·23278	27·72	53·5	1·25233	29·57
50·1	1·23334	27·77	53·6	1·25290	29·63
50·2	1·23389	27·82	53·7	1·25347	29·68
50·3	1·23444	27·88	53·8	1·25403	29·73
50·4	1·23499	32·93	53·9	1·25460	29·79
50·5	1·23555	27·98			
50·6	1·23610	28·04	54·0	1·25517	29·84
50·7	1·23666	28·09	54·1	1·25573	29·89
50·8	1·23721	28·14	54·2	1·25630	29·94
50·9	1·23777	28·20	54·3	1·25687	30·00
			54·4	1·25744	30·05
51·0	1·23832	28·25	54·5	1·25801	30·10
51·1	1·23888	28·30	54·6	1·25857	30·16
51·2	1·23943	28·36	54·7	1·25914	30·21
51·3	1·23999	28·41	54·8	1·25971	30·26
51·4	1·24055	28·46	54·9	1·26028	30·31

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
55·0	1·26086	30·37	58·5	1·28107	32·20
55·1	1·26143	30·42	58·6	1·28166	32·26
55·2	1·26200	30·47	58·7	1·28224	32·31
55·3	1·26256	30·53	58·8	1·28283	32·36
55·4	1·26314	30·58	58·9	1·28342	32·41
55·5	1·26372	30·63			
55·6	1·26429	30·68	59·0	1·28400	32·46
55·7	1·26486	30·74	59·1	1·28459	32·52
55·8	1·26544	30·79	59·2	1·28518	32·57
55·9	1·26601	30·84	59·3	1·28576	32·62
			59·4	1·28635	32·67
56·0	1·26658	30 89	59·5	1·28694	32·73
56·1	1·26716	30·95	59·6	1·28753	32·78
56·2	1·26773	31·00	59·7	1·28812	32·83
56·3	1·26831	31·05	59·8	1·28871	32·88
56·4	1·26889	31·10	59·9	1·28930	32·93
56·5	1·26946	31·16			
56·6	1·27004	31·21	60 0	1·28989	32·99
56·7	1·27062	31·26	60·1	1·29048	33.04
56·8	1·27120	31·31	60·2	1·29107	33·09
56·9	1·27177	31·37	60·3	1·29166	33·14
			60·4	1·29225	33·20
57·0	1·27235	31·42	60·5	1·29284	33·25
57·1	1·27293	31·47	60·6	1·29343	33·30
57·2	1·27351	31·52	60·7	1·29403	33·35
57·3	1·27409	31·58	60·8	1·29462	33·40
57·4	1·27467	31·63	60·9	1·29521	33·46
57·5	1·27525	31·68			
57·6	1·27583	31·73	61·0	1·29581	33·51
57·7	1·27641	31·79	61·1	1·29646	33·56
57·8	1·27699	31·84	61·2	1·29700	33·61
57·9	1·27758	31·89	61·3	1·29759	33·66
			61·4	1·29819	33·71
58·0	1·27816	31·94	61·5	1·29878	33·77
58·1	1·27874	32·00	61·6	1·29938	33·82
58.2	1·27932	32·05	61·7	1·29998	33·87
58·3	1·27991	32·10	61·8	1·30057	33·92
58·4	1·28049	32·15	61·9	1·30117	33·97

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
62·0	1·30177	34·03	65·5	1·32294	35·83
62·1	1·30237	34·08	65·6	1·32355	35·88
62·2	1·30297	34·13	65·7	1·32417	35·93
62·3	1·30356	34·18	65·8	1·32478	35·98
62·4	1·30416	34·23	65·9	1·32539	36·04
62·5	1·30476	34·28			
62·6	1·30536	34·34	66·0	1·32601	36·09
62·7	1·30596	34·39	66·1	1·32662	36·14
62·8	1·30657	34·44	66·2	1·32724	36·19
62·9	1·30717	34·49	66·3	1·32785	36·24
			66·4	1·32847	36·29
63·0	1·30777	34·54	66·5	1·32908	36·34
63·1	1·30837	34·59	66·6	1·32970	36·39
63·2	1·30897	34·65	66·7	1·33031	36·45
63·3	1·30958	34·70	66·8	1·33093	36·50
63·4	1·31018	34·75	66·9	1·33155	36·55
63·5	1·31078	34·80			
63·6	1·31139	34·85	67·0	1·33217	36·60
63·7	1·31199	34·90	67·1	1·33278	36·65
63·8	1·31260	34·96	67·2	1·33340	36·70
63·9	1·31320	35·01	67·3	1·33402	36·75
			67·4	1·33464	36·80
64·0	1·31381	35·06	67·5	1·33526	36·85
64·1	1·31442	35·11	67·6	1·33588	36·90
64·2	1·31502	35·16	67·7	1·33650	36·96
64·3	1·31563	35·21	67·8	1·33712	37·01
64·4	1·31624	35·27	67·9	1·33774	37·06
64·5	1 31684	35·32			
64·6	1·31745	35·37	68·0	1·33836	37·11
64·7	1·31806	35·42	68·1	1·33899	37·16
64·8	1·31867	35·47	68·2	1·33961	37·21
64·9	1·31928	35·52	68·3	1·34023	37·26
			68·4	1·34085	37·31
65·0	1·31979	35·57	68·5	1·34148	37·36
65·1	1·32050	35·63	68·6	1·34210	37·41
65·2	1·32111	35·68	68·7	1·34273	37·47
65·3	1·32172	35·73	68·8	1·34335	37·52
65·4	1·32233	35·78	68·9	1·34398	37·57

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
69·0	1·34460	37·62	72·5	1·36675	39·39
69·1	1·34523	37·67	72·6	1·36739	39·44
69·2	1·34585	37·72	72·7	1·36803	39·49
69·3	1·34648	37·77	72·8	1·36867	39·54
69·4	1·34711	37·82	72·9	1·36931	39·59
69·5	1·34774	37·87			
69·6	1·34836	37·92	73·0	1·36995	39·64
69·7	1·34899	37·97	73·1	1·37059	39·69
69·8	1·34962	38·02	73·2	1·37124	39·74
69·9	1·35025	38·07	73·3	1·37188	39·79
			73·4	1·37252	39·84
70·0	1·35088	38·12	73·5	1·37317	39·89
70·1	1·35155	38·18	73·6	1·37381	39·94
70·2	1 35214	38·23	73·7	1·37446	39·99
70·3	1·35277	38·28	73·8	1·37510	40·04
70·4	1·35340	38·33	73·9	1·37575	40·09
70·5	1·35403	38·38			
70·6	1·35466	38·43	74·0	1·37639	40·14
70·7	1·35530	38·48	74·1	1·37704	40·19
70·8	1·35593	38·53	74·2	1·37768	40·24
70·9	1·35656	38·58	74·3	1·37833	40·29
			74·4	1·37898	40·34
71·0	1·35720	38·63	74·5	1·37962	40·39
71·1	1·35783	38·68	74·6	1·38027	40·44
71·2	1·35847	38·73	74·7	1·38092	40·49
71·3	1·35910	38·78	74·8	1·38157	40·54
71·4	1 35974	38·83	74·9	1·38222	40·59
71·5	1·36037	38·88			
71·6	1·36101	38·93	75·0	1·38287	40·64
71·7	1·36164	38·98	75·1	1·38352	40·69
71·8	1·36228	39·03	75·2	1·38417	40·74
71·9	1·36292	39·08	75·3	1·38482	40·79
			75·4	1·38547	40·84
72·0	1·36355	39·13	75·5	1·38612	40·89
72·1	1·36419	39·19	75·6	1·38677	40·94
72·2	1·36483	39·24	75·7	1·38743	40·99
72·3	1·36547	39·29	75·8	1·38808	41·04
72·4	1·36611	39·34	75·9	1·38873	41·09

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
76·0	1·38939	41·14	79·5	1·41252	42·87
76 1	1·39004	41·19	79·6	1·41318	42·92
76·2	1·39070	41·24	79·7	1·41385	42·96
76·3	1·39135	41·29	79·8	1·41452	43·01
76·4	1·39201	41·33	79·9	1·41519	43·06
76·5	1·39266	41·38			
76·6	1·39332	41·43	80·0	1·41586	43·11
76·7	1·39397	41·48	80·1	1·41653	43·16
76·8	1·39463	41·53	80·2	1·41720	43·21
76·9	1·39529	41·58	80·3	1·41787	43·26
			80·4	1·41854	43·31
77·0	1·39595	41·63	80·5	1·41921	43·36
77·1	1·39660	41·68	80·6	1·41989	43·41
77·2	1·39726	41·73	80·7	1·42056	43·45
77·3	1·39792	41·78	80·8	1·42123	43·50
77·4	1·39858	41·83	80·9	1·42190	43·55
77·5	1·39924	41·88			
77·6	1·39990	41·93	81·0	1·42258	43·60
77·7	1·40056	41·98	81·1	1·42325	43·65
77·8	1·40122	42·03	81·2	1·42393	43·70
77·9	1·40188	42·08	81·3	1·42460	43·75
			81·4	1·42528	43·80
78·0	1.40254	42·13	81·5	1·42595	43·85
78·1	1·40321	42·18	81·6	1·42663	43·89
78·2	1·40387	42·23	81·7	1·42731	43·94
78·3	1·40453	42·28	81·8	1·42798	43·99
78·4	1·40520	42·32	81·9	1·42866	44·04
78·5	1·40586	42·37			
78·6	1·40652	42·42	82·0	1·42934	44·09
78·7	1·40719	42·47	82·1	1·43002	44·14
78·8	1·40785	42·52	82·2	1·43070	44·19
78 9	1·40852	42·57	82·3	1·43137	44·24
			82·4	1·43205	44·28
79·0	1·40918	42·62	82·5	1·43273	44·33
79·1	1·40985	42·67	82·6	1·43341	44·38
79·2	1·41052	42·72	82·7	1·43409	44·43
79·3	1·41118	42·77	82·8	1·43478	44·48
79·4	1·41185	42·82	82·9	1·43546	44·53

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
83·0	1·43614	44·58	86·5	1·46026	46·26
83·1	1·43682	44·62	86·6	1·46095	46·31
83·2	1·43750	44·67	86·7	1·46165	46·36
83·3	1·43819	44·72	86·8	1·46235	45·41
83·4	1·43887	44·77	86·9	1·46304	46·46
83·5	1·43955	44·82			
83·6	1·44024	44·87	87·0	1·46374	46·50
83·7	1·44092	44.91	87·1	1·46444	46·55
83·8	1·44161	44 96	87·2	1·46514	46·60
83·9	1·44229	45·01	87·3	1·46584	46·65
			87·4	1·46654	46·69
84·0	1·44298	45·06	87·5	1·46724	46·74
84·1	1·44367	45·11	87·6	1·46794	46·79
84·2	1·44435	45·16	87·7	1·46864	46·84
84·3	1·44504	45·21	87·8	1·46934	46·88
84·4	1·44573	45·26	87·9	1·47004	46·93
84·5	1·44641	45·30			
84·6	1·44710	45·35	88·0	1·47074	46·98
84·7	1·44779	45·40	88·1	1·47145	47·03
84·8	1·44848	45·45	88·2	1·47215	47·08
84·9	1·44917	45·49	88·3	1·47285	47·12
			88·4	1·47356	47·17
85·0	1·44986	45·54	88·5	1·47426	47·22
85·1	1·45055	45·59	88·6	1·47496	47·27
85·2	1·45124	45·64	88·7	1·47567	47·31
85·3	1·45193	45·69	83·8	1·47637	47·36
85·4	1·45262	45·74	88·9	1·47708	47·41
85·5	1·45331	45·78			
85·6	1·45401	45·83	89·0	1·47778	47·46
85·7	1·45470	45·88	89·1	1·47849	47·50
85·8	1·45539	45·93	89·2	1·47920	47·55
85·9	1·45699	45·98	89·3	1·47991	47·60
			89·4	1·48061	47·65
86·0	1·45678	46·02	89·5	1·48132	47·69
86·1	1·45748	46·07	89·6	1·48203	47·74
86·2	1·45817	46·12	89·7	1·48274	47·79
86·3	1·45877	46·17	89·8	1·48345	47·83
86·4	1·45956	46·22	89·9	1·48416	47·88

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
90·0	1·48486	47·93	93·5	1·50996	49·57
90·1	1·48558	47·98	93·6	1·51069	49·62
90·2	1·48629	48·02	93·7	1·51141	49·67
90·3	1·48700	48·07	93·8	1·51214	49·71
90·4	1·48771	48·12	93·9	1·51286	49·76
90·5	1·48842	48·17			
90·6	1·48913	48·21	94·0	1·51359	49·81
90·7	1·48985	48·26	94·1	1·51431	49·85
90·8	1·49056	48·31	94·2	1·51504	49·90
90·9	1·49127	48·35	94·3	1·51577	49·94
			94·4	1·51649	49·99
91·0	1·49199	48·40	94·5	1·51722	50·04
91·1	1·49270	48·45	94·6	1·51795	50·08
91·2	1·49342	48·50	94·7	1·51868	50·13
91·3	1·49413	48·54	94·8	1·51941	50·18
91·4	1·49485	48·59	94·9	1·52014	50·22
91 5	1·49556	48·64			
91·6	1·49628	48·68	95·0	1·52087	50·27
91·7	1·49700	48·73	95·1	1·52159	50·32
91·8	1·49771	48·78	95·2	1·52232	50·36
91·9	1·49843	48·82	95·3	1·52304	50·41
			95·4	1·52376	50 45
92·0	1·49915	48·87	95·5	1·52449	50·50
92·1	1·49987	48·92	95·6	1·52521	50·55
92·2	1·50058	48·96	95·7	1·52593	50·59
92·3	1·50130	49·01	95·8	1·52665	50·64
92·4	1·50202	49·06	95·9	1·52738	50·69
92·5	1·50274	49·11			
92·6	1·50346	49·15	96·0	1·52810	50·73
92·7	1·50419	49·20	96·1	1·52884	50·78
92·8	1·50491	49·25	96·2	1·52958	50·82
92·9	1·50563	49·29	96·3	1·53032	50·87
			96·4	1·53106	50·92
93·0	1·50633	49·34	96·5	1·53180	50·96
93·1	1·50707	49·39	96·6	1·53254	51·01
93·2	1·50779	49·43	96·7	1·52328	51·05
93 3	1·50852	49·48	96·8	1·53402	51·10
93·4	1·50924	49·53	96·9	1·53476	51·15

Digitized by Google

Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé	Gewichtsprocente Zucker nach Balling oder Grade Brix	Specifisches Gewicht	Grade Beaumé
97·0	1·53550	51·19	98·6	1·54740	51·92
97·1	1·53624	51·24	98·7	1·54815	51·97
97·2	1·53698	51·28	98·8	1·54890	52·01
97·3	1·53772	51·33	98·9	1·54965	52·06
97·4	1·53846	51·38			
97·5	1·53920	51·42	99·0	1·55040	52·11
97·6	1·53994	51·47	99·1	1·55115	52.15
97·7	1·54068	51·51	99·2	1·55189	52·20
97·8	1·54142	51·56	99·3	1·55264	52·24
97·9	1·54216	51·60	98·4	1·55338	52·29
			99·5	1·55413	52·33
98·0	1·54290	51·65	99·6	1·55487	52·38
98·1	1·54365	51·70	99·7	1·55562	52·42
98·2	1·54440	51·74	99·8	1·55636	52·47
98·3	1·54515	51·79	99·9	1·55711	52·51
98·4	1·54590	51·83			
98·5	1·54665	51·88	100·0	1·55785	52·56

Da vielfach auch noch die älteren Grade Beaumé im Gebrauche stehen, sind folgende zwei Tabellen angeführt, welche die Beziehungen derselben zu Saccharometerprocenten angeben.

Digitized by Google

Vergleich der älteren Grade Beaumé mit Saccharometerprocenten.

Grade Beaumé	Saccharometerprocente	Grade Beaumé	Saccharometerprocente	Grade Beaumé	Saccharometerprocente	Grade Beaumé	Saccharometerprocente	Grade Beaumé	Saccharometerprocente	Grade Beaumé	Saccharometerprocente
0	0·00	9	16·23	18	32·72	27	49·63	36	67·19	45	85·68
0·5	0·90	9·5	17·14	18·5	33·65	27·5	50·59	36·5	68·19	45·5	86·74
1	1·80	10	18·05	19	34·58	28	51·55	37	69·19	46	87·81
1·5	2·69	10·5	18·96	19·5	35·50	28·5	52·51	37·5	70·20	46·5	88·88
2	3·59	11	19·87	20	36·44	29	53·47	38	71·20	47	89·96
2·5	4·49	11·5	20·78	20·5	37·37	29·5	54·44	38·5	72·22	47·5	91·03
3	5·39	12	21·69	21	38·30	30	55·47	39	73·23	48	92·12
3·5	6·29	12·5	22·60	21·5	39·24	30·5	56·37	39·5	74·25	48·5	93·21
4	7·19	13	23·52	22	40·17	31	57·34	40	75·27	49	94·30
4·5	8·09	13·5	24·43	22·5	41·11	31·5	58·32	40·5	76·29	49·5	95·40
5	9·00	14	25·35	23	42·05	32	59·29	41	77·32	50	96·51
5·5	9·90	14·5	26·27	23·5	42·99	32·5	60·27	41·5	78·35	50·5	97·62
6	10·80	15	27·19	24	43·94	33	61·25	42	79·39	51	98·73
6·5	11·70	15·5	28·10	24·5	44·88	33·5	62·23	42·5	80·43	51·5	99·58
7	12·61	16	29·03	25	45·83	34	63·22	43	81·47		
7·5	13·51	16·5	29·95	25·5	46·78	34·5	64·21	43·5	82·51		
8	14·42	17	30·87	26	47·73	35	65·20	44	83·56		
8·5	15·32	17·5	31·79	26·5	48·68	35·5	66·19	44·5	84·62		

Digitized by Google

Vergleich der Saccharometerprocente mit älteren Graden Beaumé.

Saccharometer-procente	Grade Beaumé	Saccharometer-procente	Grade Beaumé	Saccharometer-procente	Grade Beaumé	Saccharometer-procente	Grade Beaumé	Saccharometer-procente	Grade Beaumé	Saccharometer-procente	Grade Beaumé
1	0·56	18	9·97	35	19·23	52	28 24	69	36·91	86	45·15
2	1·11	19	10·52	36	19·77	53	28·75	70	37·40	87	45·62
3	1·67	20	11·07	37	20·30	54	29·27	71	37·90	88	46·09
4	2·23	21	11·62	38	20·84	55	29·79	72	38·39	89	46·56
5	2·78	22	12·17	39	21·37	56	30·31	73	38·89	90	47·02
6	3·34	23	12·72	40	21·91	57	30·82	74	39·38	91	47·48
7	3·89	24	13·26	41	22·44	58	31·34	75	39·87	92	47·95
8	4·45	25	13·81	42	22·97	59	31·85	76	40·36	93	48·40
9	5·00	26	14·35	43	23·50	60	32·36	77	40·84	94	48·86
10	5·56	27	14·90	44	24·03	61	32·87	78	41·33	95	49·32
11	6·11	28	15·44	45	24·56	62	33·38	79	41·81	96	49·77
12	6·66	29	15·99	46	25·09	63	33·89	80	42·29	97	50·22
13	7·22	30	16·53	47	25·62	64	34·40	81	42·78	98	50·67
14	7·77	31	17·07	48	26·14	65	34·90	82	43·25	99	51·12
15	8·32	32	17·61	49	26·67	66	35·40	83	43·73	100	51·56
16	8·87	33	18·15	50	27·19	67	35·90	84	44·21		
17	9·42	34	18·69	51	27·71	68	36·41	85	44·68		

Digitized by Google

III.

Zuckerbestimmung nach der Inversionsmethode.

Dieselbe gründet sich auf die folgenden, schon erwähnten drei Thatsachen:

1. Saccharose wird durch Erwärmen mit Säuren unter Aufnahme eines Molecüls Wasser in Dextrose und Lävulose (Invertzucker) gespalten.

2. Invertzucker ist linksdrehend.

3. Raffinose wird (nach J. Hädicke und B. Tollens) durch Erwärmen mit Säuren ebenfalls gespalten, wobei Dextrose und Lävulose entsteht:

$$C_{18}H_{32}O_{16} + 2H_2O = C_{12}H_6O_6 + C_{12}H_6O_6 + C_{12}H_6O_6.$$

Man kann daher Saccharose auch in der Weise bestimmen, daß man sie durch Erwärmen mit Säuren unter genauer Einhaltung der später anzuführenden Bedingungen in Invertzucker überführt, dessen Menge bestimmt, und diese dann auf Saccharose umrechnet.

Die Bestimmung des Invertzuckers kann nach drei Methoden erfolgen:

a) Auf optischem Wege (Linkspolarisation);

b) auf gewichtsanalytischem Wege, durch Wägung der durch Invertzucker aus alkalischem Kupferoxydlösungen ausgeschiedenen Kupferoxydulmengen nach deren Ueberführung in metallisches Kupfer;

c) auf Grund der sub 2 erwähnten Reductionsfähigkeit alkalischer Kupferoxydlösungen durch Invertzucker auf maßanalytischem Wege.

Es kommt jedoch sehr häufig der Fall vor, daß geringe Mengen Invertzucker neben Saccharose zu bestimmen sind. Der quantitative Nachweis erfolgt dann

Digitized by Google

1. entweder auf optischem Wege durch Polarisation vor und nach der Inversion (siehe w. u.) und Einsetzung der erhaltenen Werthe in geeignete Formeln, oder

2. die Menge des Invertzuckers wird nach *b* gewichtsanalytisch (oder nach *c* maßanalytisch) bestimmt, die durch den Invertzucker bewirkte Drehungsverminderung berechnet und zu dem auf optischem Wege ermittelten scheinbaren Saccharosegehalt hinzugezählt.

Liegt ein Gemisch von Saccharose und Raffinose zur Untersuchung vor, so kann die Bestimmung nur durch Polarisation vor und nach der Inversion unter Benützung eigener Formeln erfolgen.

Die Inversion wird nach der Vorschrift von Herzfeld in folgender Weise durchgeführt:

26·048 Gramm (das einfache Normalgewicht) der zuckerhaltigen Substanz oder des Zuckers werden zu 100 Cbcm. Wasser gelöst, eine Klärung mit Bleiessig findet nicht statt. Nachdem die Lösung gut gemischt wurde, wird dieselbe durch ein trockenes Faltenfilter filtrirt.

Vom Filtrate werden 50 Cbcm. (= 13·024 Gramm) in ein 100 Cbcm. fassendes Kölbchen gefüllt, mit 25 Cbcm. Wasser und 5 Cbcm. Salzsäure vom specifischen Gewichte 1·888 versetzt und in einem auf circa 73 Grad C. erwärmten Wasserbade in 2—3 Minuten auf 67—70 Grad C. erwärmt. Der Kolbeninhalt wird nun genau fünf Minuten unter stetem Umschwenken bei einer Temperatur von 67 bis 70 Grad C. (womöglich auf 69 Grad C.) erhalten und schließlich rasch auf 20 Grad C. abgekühlt. Zur Controle der Temperatur bedient man sich eines Normalthermometers oder eines Thermometers, welches mit einem solchen verglichen und dessen Angabe corrigirt wurde. Dasselbe muß fast ganz bis auf den Boden des Kölbchens reichen und in die zu invertirende Flüssigkeit somit direct eingesetzt sein. Nach erfolgter Abkühlung auf 20 Grad C. wird das Thermometer aus der Flüssigkeit genommen, gut abgespült, und diese mit destillirtem Wasser auf genau 100 Cbcm. ergänzt. Nach dem Umschütteln wird polarisirt, und zwar erfolgt die Polarisation in einem

Digitized by Google

mit Kühlmantel versehenen Rohre (siehe Abb. auf S. 67) bei constanter Temperatur, welche 20 Grad C. betragen soll. Wird die Polarisation bei einer anderen, jedoch keinesfalls bei einer von 20 Grad C. bedeutend abweichenden Temperatur vorgenommen, so muß die Temperatur in der Formel, welche für 20 Grad C. berechnet ist, berücksichtigt werden.

Sollte die invertirte Lösung sehr dunkel erscheinen, so wird dieselbe nach dem Auffüllen mit 1—2 Gramm mit Salzsäure extrahirter fein gepulverter Blutkohle versetzt und durch 10—20 Minuten oftmals gut durchgeschüttelt. Schließlich wird filtrirt und unter den angegebenen Bedingungen polarisirt. Nach den Beobachtungen von F. Strohmer beeinflußt ein Zusatz von selbst 3 Gramm Blutkohle den Ausfall der Polarisation in keiner Weise.

Soll die Inversion richtige und vollkommen vergleichbare Resultate ergeben, so ist dieselbe unbedingt nach der beschriebenen Methode, ohne der geringsten Abweichung von derselben, auszuführen.

A. Zuckerbestimmung nach der Inversionsmethode auf optischem Wege.

α) Bestimmung der Saccharose neben Invertzucker. (Zuckerbestimmung nach Clerget, modificirt von A. Herzfeld.) Zunächst wird nach der in einem später folgenden Abschnitte angegebenen Weise die directe Polarisation der ursprünglichen Substanz ermittelt. Nach Herzfeld's Vorschrift wird hierauf die Inversion vorgenommen und die invertirte Lösung nahe bei, oder besser bei 20 Grad C. polarisirt. Da hierbei nur das halbe Normalgewicht eines Apparates mit Ventzke-Scala (Normalgewicht 26·048 und 200 Mm.-Rohr) zur Anwendung gelangt, ist der abgelesene Betrag der Drehung doppelt zu nehmen.

Eine Lösung von reiner Saccharose (13·024 auf 50 Cbcm.), welche bei 0 Grad C. im 200 Mm.-Rohre + 100 Grad polarisirt, lenkt nach erfolgter Inversion die

Digitized by Google

Polarisationsebene auf — 42·66 Grad ab. Die gesammte Drehungsverminderung beträgt demnach bei 0 Grad 142·66 Grad. Wird die Beobachtung bei einer höheren Temperatur als 0 Grad C. vorgenommen, so nimmt das Drehungsvermögen des Invertzuckers ab, und zwar für Temperaturerhöhungen von je 1 Grad C. um 0·5 Grad.

Die Berechnung des wahren Zuckergehaltes ergiebt sich dann aus der Tuchschmidt'schen Formel:

$$Z = \frac{100S}{142{\cdot}66 - (0{\cdot}5 \times T)},$$

worin S die Summe der Ablenkung vor und nach der Inversion, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen (der Betrag der Drehung nach der Inversion ist zu verdoppeln, siehe oben), und T die Beobachtungstemperatur in Grad C. bedeutet. Erfolgt die Polarisation genau bei 20 Grad C., so erfolgt die Berechnung nach der einfacheren Formel:

$$Z = \frac{100\,S}{132{\cdot}66}.$$

Beispiel: Ein sogenannter Invertzuckersyrup polarisirt vor der Inversion 20·0, nach der Inversion bei 18 Grad C. 11·3 Grad. Letzterer Betrag ist zu verdoppeln (siehe oben). In die Formel eingesetzt ergiebt sich dann:

$$Z = \frac{100\,S\,(20{\cdot}0 + 22{\cdot}6)}{142{\cdot}66 - (0{\cdot}5 \times 18)} = 31{\cdot}87\,\%.$$

Aus der Differenz zwischen dem durch directe Polarisation gefundenen Zuckergehalt, sowie aus der mittelst der Clerget'schen Formel berechneten, läßt sich annähernd der Gehalt an Invertzucker ermitteln, indem man die genannte Differenz durch 0·34 dividirt, da 1 Theil Invertzucker (bei 17·5 Grad C.) die optische Wirkung von 0·34 Theilen Rohzucker aufhebt. Bei den oben durchgeführten Beispielen beträgt die Differenz 31·87 — 20·00 = 11·87, 11·87 : 0·34 = 34·91 % Invertzucker sind annähernd vorhanden. Eine genaue Be-

Digitized by Google

stimmung des Invertzuckers kann auf diese Weise nicht, sondern nur auf gewichtsanalytischem Wege erfolgen.

Die Clerget'sche Methode beruht auf der Voraussetzung, daß der optisch-active Körper, welcher den Rohrzucker begleitet, sich durch die Inversion nicht verändert. Dies trifft bei Invertzucker durchaus nicht vollständig zu. Denn erstens wird sein Drehungsvermögen durch Zusatz von Salzsäure wesentlich verändert, und zweitens verweisen wir abermals auf die schon citirten Untersuchungen Dr. v. Degener's, welcher nachwies, daß sich beim Eindampfen von Invertzuckerlösungen deren Linksdrehung bedeutend vermindert, ja sogar in Rechtsdrehung übergehen kann; beim Erhitzen mit Salzsäure wird die ursprüngliche Linksdrehung wieder annähernd hergestellt.

Nach dem Gesagten ist es daher nicht anzurathen, in Lösungen, welche mehr als 2 % Invertzucker enthalten, den Zucker nach der Clerget'schen Inversionsmethode zu bestimmen, ein Umstand, welchem übrigens auch das deutsche Zuckersteuergesetz Rechnung trägt, indem es bestimmt, daß bei Gegenwart von mehr als 2 % Invertzucker der Zuckergehalt nur nach der Kupfermethode bestimmt werden muß.

β) Bestimmung der Saccharose neben Raffinose. Dieselbe erfolgt ebenfalls nach der Inversionsmethode, jedoch unter Benützung der Dammüller'schen Formeln. Wird die Polarisation nach der Inversion bei genau 20 Grad C. vorgenommen, so werden die Werthe directe Polarisation (P) + Polarisation nach der Inversion (J) addirt und in folgende Formel eingesetzt, nach welcher Z, d. i. der Gehalt an Rohrzucker, ermittelt wird:

$$Z = \frac{0{\cdot}5124\ P + J}{0{\cdot}8390}.$$

Der Gehalt an Raffinose ergiebt sich aus der Formel:

$$R = \frac{P - \text{Rohrzucker}}{1{\cdot}852},$$

worin P die directe Polarisation vor der Inversion bedeutet.

Digitized by Google

In diesen beiden Formeln fehlt jeder Correcturfactor für die Temperatur, da sie ausschließlich für 20 Grad C. Geltung haben. Die Beobachtung muß daher, sollen diese Formeln zur Anwendung kommen, genau bei 20 Grad C. vorgenommen werden.

Um jedoch die Raffinosebestimmung auch bei anderen Temperaturen als bei 20 Grad C. vornehmen zu können, hat Hammerschmidt eine Formel für die Temperaturscorrection berechnet. Sie lautet:

$$J_{20} = J_T + 0{\cdot}0038 \times S \times (20 - t).$$

In dieser Formel bedeutet t die Temperatur der invertirten Lösung bei der Polarisation, J_T die auf das ganze Normalgewicht umgerechnete Drehung dieser Lösung bei der Polarisation, S die Clerget'sche Summe von directer und Inversionspolarisation, beide auf das ganze Normalgewicht bezogen.

Folgende Tabelle ist dazu bestimmt, den Werth $0{\cdot}0038 \times S\ (20 - T)$ in kurzer Weise zu ermitteln.

1. Temperaturcorrection nach Hammerschmidt.*)

$$J_{20} = J_t + 0{\cdot}0038 \,.\, S\,(20—t).$$

S =	134	132	130	128	126	124	122	120	118
20—t = 1	0·51	0·50	0·49	0·49	0·48	0·47	0·46	0·46	0·45
2	1·02	1·00	0·99	0·97	0·96	0·94	0·93	0·91	0·90
3	1·53	1·50	1·48	1·46	1·44	1·41	1·39	1·37	1·35
4	2·04	2·01	1·98	1·95	1·92	1·88	1·85	1·82	1·79
5	2·55	2·51	2·47	2·43	2·39	2·36	2·32	2·28	2·24
6	3·06	3·01	2·96	2·92	2·87	2·83	2·78	2·74	2·69
7	3·56	3·51	3·46	3·40	3·35	3·30	3·25	3·19	3·14
8	4·07	4·01	3·95	3·89	3·83	3·77	3·71	3·65	3·59
9	4·58	4·51	4·45	4·38	4·31	4·24	4·17	4·10	4·04

*) Correspondenzblatt, 1891.

Digitized by Google

S =	116	114	112	110	105	100	95	90	85
20—t = 1	0·44	0·43	0·43	0·42	0·40	0·38	0·36	0·34	0·32
2	0·88	0·87	0·85	0·84	0·80	0·76	0·72	0·68	0·65
3	1·32	1·30	1·28	1·25	1·20	1·14	1·08	1·03	0·97
4	1·76	1·73	1·70	1·67	1·60	1·52	1·44	1·37	1·29
5	2·20	2·17	2·13	2·09	2·00	1·90	1·81	1·71	1·62
6	2·64	2·60	2·55	2·51	2 39	2·28	2·17	2·05	1·94
7	3·09	3·03	2·98	2·93	2·79	2·66	2·53	2·39	2·26
8	3·53	3·47	3·40	3·34	3·19	3·04	2·89	2·74	2·58
9	3·97	3·90	3·83	3·76	3·59	3·42	3·25	3·08	2·91

S =	80	75	70	65	60	55	50	45	40
20—t = 1	0·30	0·29	0·27	0·25	0·23	0·21	0·19	0·17	0·15
2	0·61	0·57	0·53	0·49	0·46	0·42	0·38	0·34	0·30
3	0·91	0·86	0·80	0·74	0·68	0·63	0·57	0·51	0·46
4	1·22	1·14	1·06	0·99	0·91	0·84	0·76	0·68	0·61
5	1·52	1·43	1·33	1·24	1·14	1·05	0·95	0·86	0·76
6	1·82	1·71	1·60	1·48	1·37	1·25	1·14	1·03	0·91
7	2·13	2·00	1·86	1·73	1·60	1·46	1·33	1·20	1·06
8	2·43	2·28	2·13	1·98	1·82	1·67	1·52	1·37	1·22
9	2·74	2·57	2·39	2·22	2·05	1·88	1·71	1·54	1·37

S =	35	30	25	20	15	10	5
20—t = 1	0·13	0·11	0·10	0·08	0·06	0·04	0·02
2	0·27	0·23	0·19	0·15	0·11	0·08	0·04
3	0·40	0·34	0·29	0·23	0·17	0·11	0·06
4	0·53	0·46	0·38	0·30	0·23	0·15	0·08
5	0·67	0·57	0·48	0·38	0·29	0·19	0·10
6	0·80	0·68	0·57	0·46	0·34	0·23	0·11
7	0·93	0·80	0·67	0·53	0·40	0·27	0·13
8	1·06	0·91	0·76	0·61	0·46	0·30	0·15
9	1·20	1·03	0·86	0·68	0·51	0·34	0·17

Digitized by Google

Der Gebrauch dieser sehr zweckmäßigen Tabelle ergiebt sich aus folgendem Beispiel:

Beispiel 1. Gefunden $P = 94{\cdot}3$
$J_{18{\cdot}5} = -30{\cdot}5$
Also $S = 124{\cdot}8$; $20-t = 1{\cdot}5$

Die Tabelle ergiebt unter 124 für $20-t = 1$ .... 0·47
0·5 .... 0·236
1·5 .... 0·706

Also $J_{20} = -30{\cdot}5 + 0{\cdot}71 = -29{\cdot}79$.

Beispiel 2. Gefunden $P = 52{\cdot}7$
$J_{22{\cdot}35} = -13{\cdot}1$
Also $S = 65{\cdot}8$; $20-t = -2{\cdot}35$

Die Tabelle ergiebt unter 65 für $20-t = 2$ ... 0·49
0·3 ... 0·074
0·05 ... 0·0124
2·35 ... 0·576

Also $J_{20} = -13{\cdot}1 - 0{\cdot}58 = -13{\cdot}68$.

Folgende Tabellen sind dazu bestimmt, die Berechnung des Zuckers nach Clerget, sowie jene des Zuckers und der Raffinose zu erleichtern. Für den Gebrauch dieser Tabellen ist es erforderlich, daß die Inversionspolarisation, falls sie nicht bei 20° C. vorgenommen wurde, vorher auf diese Temperatur umgerechnet wird. Unter 3. ist die sogenannte Raffinoseformel links in der Form von 1888, die bis auf weiteres noch für Handels- und Steueranalysen in Deutschland in Giltigkeit ist, rechts in der verbesserten Form von 1890 angegeben.

2. Zucker nach Clerget.

$$Z = \frac{100 \,.\, S}{132{\cdot}66} = 0{\cdot}75380 \,.\, S$$

Digitized by Google

0·75380	
1	0·7538
2	1·5076
3	2·2614
4	3·0152
5	3·7690
6	4·5228
7	5·2766

0·75380	
8	6·0304
9	6·7842
10	7·5380
11	8·2918
12	9·0456
13	9·7994

3. Zucker und Raffinose nach den Formeln.

$$Z = \frac{0{\cdot}5187 \,.\, P - J_{20}}{0{\cdot}845}$$

$$= 0{\cdot}61396 \,.\, P - 1{\cdot}18343 \,.\, J_{20}$$

$$R = \frac{P - Z}{1{\cdot}85}$$

$$= 0{\cdot}5405 \,.\, (P - Z)$$

0·61396	
1	0·6140
2	1·2279
3	1·8419
4	2·4558
5	3·0698
6	3·6838
7	4·2977
8	4·9117
9	5·5256
10	6·1396

1·18343	
1	1·1834
2	2·3669
3	3·5503
4	4·7337
5	5·9172
6	7·1006
7	8·2840
8	9·4674
9	10·9509
10	11·8343

0·5405	
1	0·541
2	1·081
3	1·622
4	2·162
5	2·703
6	3·243
7	3·784
8	4·324
9	4·865
10	5·405

$$Z = \frac{0{\cdot}5124 \,.\, P - J_{20}}{0{\cdot}839}$$

$$= 0{\cdot}61073 \,.\, P - 1{\cdot}19190 \,.\, J_{20}$$

Digitized by Google

0·61073	
1	0·6107
2	1·2215
3	1·8322
4	2·4429
5	3·0537
6	3·6644
7	4·2751
8	4·8858
9	5·4966
10	6·1073

1·19190	
1	1·1919
2	2·3838
3	3·5757
4	4·7676
5	5·9595
6	7·1514
7	8·3433
8	9·5352
9	10·7271
10	11·9190

Beispiel. Gefunden directe Polarisation $P = 94{\cdot}3$
Inversionspolarisation $J_{20} = -29{\cdot}79$

1. Gesucht Zucker nach Clerget. $S = 94{\cdot}3 + 29{\cdot}79 = 124{\cdot}09$.

Tabelle 2 ergiebt für:

120	. . . . .	90·456
4	. . . . .	3·0152
0·09	. . . . .	0·067842
124·09	. . . . .	93·54

Zucker nach Clerget = 93·54.

2. Gesucht Zucker und Raffinose nach der Formel von 1888.

Tabelle 3 links ergiebt für:

$P = 94{\cdot}3$		
90	. . . . .	55·256
4	. . . . .	2·4558
0·3	. . . . .	0·18419
94·3	. . . . .	57·896

$J_{20} = -29{\cdot}79$		
20	. . . . .	23·669
9	. . . . .	10·6509
0·7	. . . . .	0·82840
0·09	. . . . .	0·106509
29·79	. . . . .	35·255

Also $Z = 57{\cdot}896 - (-35{\cdot}255) = 93{\cdot}15$.

Zur Berechnung der Raffinose dient der mittlere Theil der Tabelle 3. Es ist $P - Z = 94{\cdot}3 - 93{\cdot}15 = 1{\cdot}15$.

Digitized by Google

Die Tabelle ergiebt für 1 . . . . . 0·541
0·1 . . . . . 0·0541
0·05 . . . . . 0·02703
1·15 . . . . . 0·622

Also $R = 0·62$.

B. Zuckerbestimmung nach der Inversionsmethode.

(Gewichtsanalytisches Verfahren.)

Wird in eine Lösung von Kupfersulfat (Kupfervitriol $CuSO_4$) in Wasser, eine Lösung von Kali- oder Natronhydrat in Wasser eingegossen, so fällt ein voluminöser blauer Niederschlag heraus, welcher aus Kupferoxydhydrat besteht. Enthält dagegen die Natronlauge gewisse organische Säuren (es findet weinsteinsaures Kali-Natron, Seignettesalz Verwendung), so löst sich der blaue Niederschlag im Momente des Entstehens auf und die Flüssigkeit wird tief dunkelblau gefärbt. Diese alkalische Kupferoxydlösung wurde zuerst von Trommer angegeben, später jedoch von Fehling zur Bestimmung des Invertzuckers nach seiner Methode verwendet, und führt daher den Namen Fehling'sche Lösung. Invertzucker besitzt nämlich die Eigenschaft, Fehling'sche Lösung in der Kälte langsam, in der Wärme jedoch rasch unter Ausscheidung von rothem Kupferoxydul zu reduciren, wobei die Lösung ganz oder theilweise entfärbt wird. Dabei wird der Invertzucker selbst oxydirt, die Oxydationsproducte sind schließlich Oxalsäure und Ameisensäure.

Die gewichtsanalytisch erhobene Menge des von einer invertzuckerhaltigen Lösung von bekannter Concentration ausgeschiedenen Kupfers (das Kupferoxydul muß vor der Wägung zu Kupfer reducirt werden) wird auf Invertzucker umgerechnet. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß die Menge

Digitized by Google

des ausgeschiedenen Kupferoxyduls durchaus nicht Invertzuckerlösungen in allen Concentrationen proportional ist, es wird im Gegentheile eine um so größere Menge der Fehling'schen Lösung reducirt, je concentrirter die Invertzuckerlösung ist. Demnach läßt sich der Invertzuckergehalt nicht bestimmen, indem man die ausgewogene Kupfermenge mit einem gewissen Factor multiplicirt, sondern die Umrechnung kann nur mit Hilfe eigens zu diesem Zwecke aufgestellter Tabellen erfolgen, welche jedoch auch nur Giltigkeit haben, wenn die Invertzuckerlösung eine gewisse Concentration nicht überschreitet, und die Abscheidung des Kupferoxyduls unter ganz bestimmten, strenge einzuhaltenden Vorschriften erfolgt.

Bei der Inversion entstehen unter Aufnahme eines Molecules Wasser aus 95 Gewichtstheilen Saccharose 100 Gewichtstheile Invertzucker. Wird daher in einer genau abgewogenen Menge der zuckerhaltigen Substanz der Invertzucker nach der folgenden Vorschrift gewichtsanalytisch bestimmt, und in einer zweiten Probe nach der Inversion ebenfalls der Gehalt an Invertzucker ermittelt, so läßt sich der wahre Saccharosegehalt ermitteln, wenn man die Differenz der beiden gefundenen Invertzuckermengen, also jene Invertzuckermenge, welche aus der thatsächlich vorhanden gewesenen Saccharose entstand, mit 0·95 multiplicirt.

Die Fehling'sche Lösung darf nicht vereint aufbewahrt werden, da sich aus derselben bei längerem Stehen stets Kupferoxydul abscheidet. Man vereinigt daher die Lösungen erst knapp vor dem Gebrauche.

Die Kupfervitriollösung wird durch Lösen von 34·639 Gramm krystallisirten, chemisch reinen Kupfersulfates zu 500 Cbcm. Wasser bereitet.

Seignettesalz-Natronlauge stellt man dar, indem man 173 Gramm krystallisirtes und gepulvertes Seignettesalz in 400 Cbcm. Wasser löst, und mit 100 Cbcm. reiner Natronlauge versetzt, welche 500 Gramm Natronhydrat in 1000 Cbcm. gelöst enthält.

Digitized by Google

Die Ausführung erfolgt nach E. Meißl in folgender Weise.

Von der nach Seite 115 invertirten Lösung wird eine genau abgemessene Menge, welche nicht mehr als 0·245 Gramm Invertzucker enthalten darf, in einem mit einem flachen Boden versehenen Erlenmeyer'schen Kolben von ca. 250 Cbcm. Inhalt gebracht, mit 25 Cbcm. Kupferlösung und 25 Cbcm. Seignettesalzlösung vermischt, mit Wasser auf 100 Cbcm. ergänzt, und genau 2 Minuten im Kochen erhalten.

Um eine Ueberhitzung der Glaswände des Kolbens zu vermeiden, wodurch sich an denselben grüngelbe Schichten abscheiden würden, stellt man den Kolben auf ein Drathnetz, welches mit einer Asbestplatte bedeckt ist. Letztere ist mit einem kreisförmigen Ausschnitte von 6·5 Cm. Durchmesser versehen. Die Erhitzung bis zum beginnenden Kochen muß sehr rasch, innerhalb $3^1/_2$ bis $4^1/_2$ Minuten erfolgen. Man erreicht dieses durch Verwendung eines großen, bezw. mehrerer kleiner Brenner. Während des Erhitzens wird der Kolbeninhalt durch kräftiges Umschwenken öfters gemischt. Sobald das Kochen beginnt — man rechnet dies von dem Zeitpunkte ab, von welchem die Dampfblasen nicht nur am Rande, sondern auch in der Mitte des Kolbens emporzusteigen beginnen — wird mit kleiner Flamme genau 2 Minuten hindurch die Flüssigkeit im Sieden erhalten. Schließlich werden 100 Cbcm. kaltes, luftfreies, destillirtes Wasser hinzugefügt.

Das ausgeschiedene Kupferoxydul wird nun sogleich durch Filtration von der Flüssigkeit, welche nicht entfärbt sein darf, getrennt. Da die Filtration durch Papierfilter große Mißstände aufweist, da Papier selten alles Kupferoxydul zurückhält, und schließlich die Reduction zu Kupfer nur schwer auszuführen ist, verwendet man mit Vortheil die Soxhlet'schen Asbestfilter.

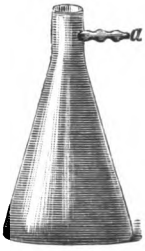
Dieselben (Fig. 49) sind aus schwer schmelzbarem Glase angefertigt, und werden mit in Salpetersäure ausgekochtem Asbest gefüllt. Dies geschieht in der Weise, daß man zu-

Digitized by Google

nächst eine Lage langfaserigen Asbest in das Röhrchen bringt, und diesen mit einem Glasstabe leise niederdrückt. Hierauf befestigt man dasselbe mittelst eines dicht schließenden Kautschukstöpsels auf einer starkwandigen Saugflasche (Fig. 50), welche bei a mit einer Wasserstrahlluftpumpe in Verbindung steht. Nun wird diese in Gang gesetzt, und noch einige Lagen kurz- und langfaseriger Asbest in das Röhrchen gebracht. Durch Aufgießen von Wasser, Absaugen desselben und Andrücken der Asbestlagen mit einem Glasstabe bringt man die filtrirende Schichte zu Stande, welche eine Höhe von 1·5 bis 2 Cm. besitzen soll. Der Asbest wird hierauf mit Fehling'scher Lösung, mit Alkohol und Aether gewaschen, und nachdem das Röhrchen in einem Trockenschranke oder auch gleich auf freier Flamme getrocknet wurde, gewogen. Soll nun das Kupferoxydul abfiltrirt werden, so wird das Röhrchen neuerdings auf der Saugflasche befestigt und die Luftpumpe in schwachen Gang versetzt. Nachdem man die Asbestlage mit Wasser durchfeuchtet und auf das Röhrchen einen kleinen Trichter lose aufgesetzt hat, wird die Flüssigkeit aus dem Kolben aufgegossen. Ist das Röhrchen richtig vorgerichtet, so wird dieselbe rasch abgesogen, während das Kupferoxydul vollständig auf der Asbestschichte liegen bleibt. Während des Filtrirens ist darauf zu achten, daß das Röhrchen niemals leer wird, im anderen Falle findet leicht ein Durchreißen des Niederschlages statt. Das noch im Kolben verbleibende Kupferoxydul wird mittelst eines mit einer Kautschukkappe versehenen Glasstabes, oder mittelst einer Federfahne von den Wänden losgerieben, im Wasser suspendirt, und mittelst einer Spritz-

Fig. 49.

Fig. 50.



Digitized by Google

flasche vollständig auf das Filter gebracht. Ist die gesammte Menge des Kupferoxyduls auf dem Asbestfilter gesammelt, so wäscht man mit heißem Wasser so lange aus, bis man sicher ist, daß alle überschüssige Fehling'sche Lösung verdrängt ist, verdrängt dann das Wasser durch absoluten Alkohol, diesen durch wasserfreien Aether, und trocknet neuerdings das Röhrchen im Trockenschranke oder direct über die Gasflamme. Ist dies geschehen, so wird zunächst das Kupferoxydul durch mäßiges Erhitzen des Röhrchens in Kupferoxyd übergeführt; dies giebt sich dadurch zu erkennen, daß der ursprünglich rubinrothe Niederschlag von Kupferoxydul schwarz geworden ist. Kupferoxyd wird nämlich leichter und schneller reducirt, d. h. in metallisches Kupfer übergeführt, als wie Kupferoxydul, auch wird hierbei die stets mit dem Kupferoxydul aus unreinen Zuckerlösungen ausfallende organische Substanz verbrannt. Die Reduction erfolgt am besten im Wasserstoffstrome, minder rasch in einem Strome von Leuchtgas. Sie wird in der Weise ausgeführt, daß das Röhrchen bei a mit einem durchbohrten Kautschukstöpsel, durch welchen ein Glasrohr hindurchführt, verschlossen, und an einem metallenen Stative in horizontaler Lage befestigt wird. In einem Kipp'schen Apparate, welcher mit einer, mit concentrirter Schwefelsäure gefüllten Waschflasche (Fig. 51) in Verbindung steht, wird Wasserstoff entwickelt, an die Waschflasche W wird bei a das Invertzuckerröhrchen mittelst eines ca. 50 Cm. langen Kautschukschlauches befestigt. Während nun das Röhrchen mäßig stark an jener Stelle, an welcher sich das Kupferoxydul befindet, erhitzt wird, leitet man in langsamem Strome Wasserstoff durch, derselbe wird in der Waschflasche W beim Durchleiten durch die concentrirte Schwefelsäure getrocknet. Der Wasserstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff des Kupferoxydes zu Wasser und ersteres wird zu metallischem Kupfer reducirt:

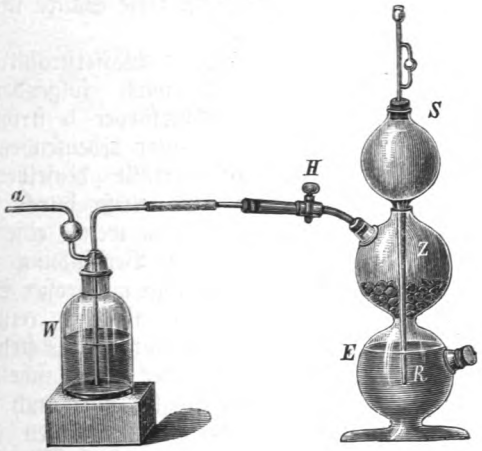
$$Cu\,O + H_2 = Cu + H_2\,O,$$

zugleich wird Wasser gebildet, welches sich Anfangs im vorderen Theile des Röhrchens condensirt und eventuell durch leichtes Erwärmen verjagt wird.

Digitized by Google

Die Reduction ist beendet, wenn sich keine Wasser-
röpfchen mehr ansetzen und der im Röhrchen befindliche
Niederschlag wieder roth geworden ist. Ist dies der Fall,
läßt man das Röhrchen im Wasserstoffstrome erkalten
und bringt es abermals zur Wägung. Die Gewichtszunahme
entspricht der ausgeschiedenen Menge Kupfers.

Fig. 51.



Der erwähnte Kipp'sche Wasserstoffapparat (siehe Fig. 51) besitzt folgende Einrichtung. In der Kugel Z befindet sich gekörntes Zink, durch S wird so viel verdünnte Salzsäure in den Apparat gefüllt, daß dieselbe mit dem Zink in Z in Berührung kommt. Es beginnt dann sogleich die Entwicklung des Wasserstoffgases:

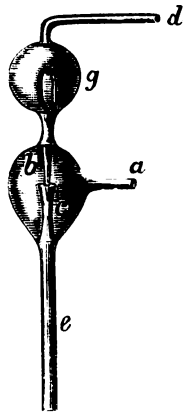
$$Zn + 2\,HCl = ZnCl_2 + H_2,$$

welches durch den Hahn H abgeleitet wird. Ist dieser Hahn nicht soweit geöffnet, daß die Gesammtmenge des entstehenden Gases durch denselben entweichen kann, so übt das Gas einen Druck auf die Säure aus, diese weicht zu-

Digitized by Google

rück und steigt theilweise durch das Rohr R in die Kugel S. Sobald das Zink nicht mehr in Berührung mit der Säure steht, wird die Wasserstoffentwickelung geringer, der Druck des Gases läßt nach, und die Flüssigkeit sinkt wieder langsam herab, bis sie schließlich wieder auf das Zink einwirkt und das Spiel sich von Neuem wiederholt. In dieser Weise kommt ein vollkommen gleichmäßiger Gasstrom zu Stande, der so lange anhält, als Zink in Z, bezw. freie Säure in E vorhanden ist.

Fig. 52.



Die Wasserstrahlluftpumpe (Fig. 52) wirkt folgendermaßen: In den Glaskörper b strömt durch a Wasser unter bedeutendem Drucke ein und erfüllt denselben vollständig. Es fließt durch die enge Oeffnung c, in welche eine mit der Kugel g in Verbindung stehende feine Spitze ragt, mit großer Schnelligkeit durch e ab und reißt dabei Luft aus g mit sich. g steht jedoch durch d mit der Saugflasche in Verbindung, folglich wird auch in dieser Luftverdünnung eintreten und die im aufgesetzten Asbestfilterröhrchen vorhandene Flüssigkeit wird durch den äußeren Luftdruck durch die Asbestschichte getrieben.

Beispiel. 13·024 Gr. eines Invertzuckersyrups wurde nach der auf Seite 115 gegebenen Vorschrift invertirt. 50 Cbcm. der auf 100 Cbcm. gebrachten invertirten Flüssigkeit wurde auf 1000 Cbcm. verdünnt, und 25 Cbcm. davon = 0·1628 Gr. Syrup nach genauer Neutralisation mit Kalilauge (um die Säure unwirksam zu machen) nach der angegebenen Vorschrift mit Fehling'scher Lösung 2 Minuten lang gekocht, durch ein Asbestfilter filtrirt und reducirt.

Digitized by Google

Asbeströhrchen + Kupfer 47·3295 Gr.
» ohne » 47·1355 »
Kupfer . . . . . 0·1940 Gr.

Bei directer Bestimmung des schon ursprünglich vorhandenen Invertzuckers wurden in der gleichen Substanzmenge (0·1628 Gr.) 0·1000 Gr. Kupfer gefunden. Die in 0·1628 Gr. vorhandene Menge Saccharose entspricht daher 194 Mgr. — 100 Mgr. = 94 Mgr. Invertzucker.

Nach folgender Tabelle von E. Meißl entsprechen 94 Mgr. Kupfer 48·9 Mgr. Invertzucker.

In 0·1628 Gr. sind enthalten 0·0489 Gr. Invertzucker,
in 100 » » » x »

100 : 0·1628 = x : 0·0489,

x = 30·03% Invertzucker aus Saccharose
30·03 × 0·95 (siehe Seite 125) = 28·53% Saccharose
100 Mgr. Kupfer entsprechen nach der gleichen Tabelle 52·1 Mgr. Invertzucker.

In 0·1628 Gr. sind enthalten 0·0521 Gr. Invertzucker,
in 100 » » » x »

100 : 0·1628 = x : 0·0521
x = 32·00% Invertzucker.

Soll nach der für das Deutsche Reich und für Oesterreich-Ungarn geltenden steueramtlichen Vorschrift der Gesammtzucker als Rohrzucker (Saccharose) ausgedrückt werden, so ist folgendermaßen zu verfahren:

194 Mgr. Kupfer entsprechen 102·9 Mgr. Invertzucker.
In 0·1628 Gr. Substanz sind 0·1029 Gr. Invertzucker
in 100 » » » x » enthalten

100 : 0·162 = x : 0·1029
x = 63·20% Invertzucker
63·20 × 0·95 = 60·04% Gesammtzucker (als Rohrzucker berechnet).

Digitized by Google

Tabelle zur Bestimmung des Invertzuckers nach E. Meißl.

(Nach den von E. Meißl ermittelten Reductionsfactoren berechnet von E. Wein.)

25 Cbcm. Kupferlösung und
25 Cbcm. Seignettesalz-Natronlauge werden mit der Invertzuckerlösung, die nicht mehr als 0·245 Gr. Invertzucker enthalten darf, gemischt. Das Gemisch wird mit Wasser auf
100 Cbcm. ergänzt.
Man unterhält 2 Minuten im Sieden.

Will man Rohrzucker (Saccharose) in Invertzucker umwandeln, so löst man eine 10 Gr. Invertzucker entsprechende Menge desselben in 700 Cbcm. Wasser, giebt 100 Cbcm. einer Salzsäure hinzu, die 0·72 Procent HCl enthält, und erhitzt 30 Minuten lang im Wasserbad. Nach Umfluß dieser Zeit wird rasch abgekühlt, mit titrirter Natronlauge genau neutralisirt und auf 1000 Cbcm. aufgefüllt.

Will man die erhaltene Invertzuckerzahl auf Rohrzucker umrechnen, so multiplicirt man sie mit dem Factor 0·95.

Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker	Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker	Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker	Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker
90	46·9	102	53·2	114	59·6	126	66·0
91	47·4	103	53·7	115	60·1	127	66·5
92	47·9	104	54·3	116	60·7	128	67·1
93	48·4	105	54·8	117	61·2	129	67·6
94	48·9	106	55·3	118	61·7	130	68·1
95	49·5	107	55·9	119	62·3	131	68·7
96	50·0	108	56·4	120	62·8	132	69·2
97	50·5	109	56·9	121	63·3	133	69·7
98	51·1	110	57·5	122	63·9	134	70·3
99	51·6	111	58·0	123	64·4	135	70·8
100	52·1	112	58·5	124	64·9	136	71·3
101	52.7	113	59·1	125	65·5	137	71·9

Digitized by Google

Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker	Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker	Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker	Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker
138	72·4	175	92·4	212	113·0	249	134·1
139	72·9	176	93·0	213	113 6	250	134·6
140	73·5	177	93 5	214	114·2	251	135·2
141	74·0	178	94·1	215	114·7	252	135·8
142	74·5	179	94·6	216	115'3	253	136·3
143	75·1	180	95 2	217	115·8	254	136·9
144	75·6	181	95·7	218	116·4	255	137·5
145	76·1	182	96·2	219	117·0	256	138·1
146	76·7	183	96·8	220	117·5	257	138·6
147	77·2	184	97·3	221	118·1	258	139·2
148	77·8	185	97·8	222	118·7	259	139·8
149	78·3	186	98·4	223	119·2	260	140·4
150	78·9	187	99·0	224	119·8	261	140·9
151	79·4	188	99·5	225	120·4	262	141·5
152	80·0	189	100·1	226	120·9	263	142·1
153	80·5	190	100 6	227	121·5	264	142·7
154	81·0	191	101·2	228	122·1	265	143·2
155	81·6	192	101·7	229	122·6	266	143·8
156	82·1	193	102·3	230	123·2	267	144·4
157	82·7	194	102·9	231	123·8	268	144·9
158	83·2	195	103·4	232	124·3	269	145·5
159	83.8	196	104·0	233	124·9	270	146·1
160	84·3	197	104 6	234	125·5	271	146·7
161	84·8	198	105·1	235	126·0	272	147·2
162	85·4	199	105·7	236	126·6	273	147·8
163	85·9	200	106·3	237	127·2	274	148·4
164	86·5	201	106·8	238	127·8	275	149·0
165	87·0	202	107·4	239	128·3	276	149·5
166	87·6	203	107·9	240	128·9	277	150·1
167	88·1	204	108·5	241	129·5	278	150·7
168	88·6	205	109·1	242	130·0	279	151·3
169	89·2	206	109·6	243	130·6	280	151·9
170	89·7	207	110·2	244	131·2	281	152·5
171	90·3	208	110·8	245	131·8	282	153·1
172	90·8	209	111·3	246	132·3	283	153·7
173	91·4	210	111·9	247	132 9	284	154·3
174	91·9	211	112·5	248	133 5	285	154·9

Digitized by Google

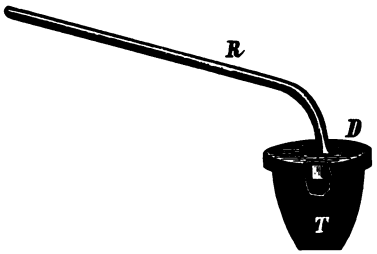
Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker	Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker	Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker	Mgr. Kupfer	Mgr. Invertzucker
286	155·5	323	177·4	359	199·2	395	221·8
287	156·1	324	178·0	360	199·8	396	222·4
288	156·7	325	178·6	361	200·4	397	223·1
289	157 2	326	179·2	362	201·1	398	223·7
290	157.8	327	179·8	363	201·7	399	224·3
291	158·4	328	180·4	364	202·3	400	224·9
292	159·0	329	181·0	365	203·0	401	225·7
293	159·6	330	181·6	366	203·6	402	226·4
294	160·2	331	182·2	367	204·2	403	227·1
295	160·8	332	182·8	368	204 8	404	227·8
296	161·4	333	183·5	369	205·5	405	228·6
297	162·0	334	184 1	370	206 1	406	229·3
298	162·6	335	184·7	371	206·7	407	230·0
299	163·2	336	185·4	372	207·3	408	230·7
300	163·8	337	186·0	373	208·0	409	231·4
301	164·4	338	186·6	374	208 6	410	232·1
302	165·0	339	187·2	375	209·2	411	232·8
303	165·6	340	187·8	376	209·9	412	233·5
304	166·2	341	188·4	377	210·5	413	234·3
305	166·8	342	189·0	378	211 1	414	235·0
306	167·3	343	189·6	379	211·7	415	235·7
307	167·9	344	190·2	380	212·4	416	236·4
308	168·5	345	190·8	381	213·0	417	237·1
309	169·1	346	191·4	382	213·6	418	237·8
310	169 7	347	192·0	383	214·3	419	238·5
311	170·3	348	192·6	384	214·9	420	239·2
312	170·9	349	193·2	285	215·5	421	239 9
313	171·5	350	193·8	386	216·1	422	240·6
314	172·1	351	194·4	387	216·8	423	241·3
315	172·7	352	195·0	388	217·4	424	242·0
316	173·3	353	195·6	389	218·0	425	242·7
317	173·9	354	196·2	390	218·7	426	243·4
318	174·5	355	196 8	391	219 3	427	244·1
319	175·1	356	197·4	392	219 9	428	244·9
320	175·6	357	198·0	393	220·5	429	245·6
321	176·2	358	198·6	394	221 2	430	246·3
322	176·8						

Digitized by Google

Es wurde schon erwähnt, daß die erhaltene Kupferoxydulmenge auch durch Papierfilter filtrirt werden kann. Dieses Verfahren besitzt jedoch verschiedene Uebelstände. Denn erstens kommt es öfter vor, daß der äußerst feine Kupferniederschlag vom Filtrirpapier nicht vollständig zurückgehalten wird, andererseits kann aber auch der Fall eintreten, daß Kupferlösung im Filtrirpapier verbleibt, welche durch Auswaschen nicht vollständig zu entfernen ist. Im ersteren Falle erhält man dann selbstverständlich zu niedere, im zweiten zu hohe Resultate.

Muß wegen Mangels einer entsprechenden Luftpumpe das Kupferoxydul doch auf einem Papierfilter gesammelt

Fig. 53.



werden, so verfährt man in der Weise, daß man das Filter sammt Kupferoxydul in einen gewogenen Porzellantiegel bringt und es in demselben verascht. Hierbei wird das Kupferoxydul in Kupferoxyd verwandelt, letzteres muß zu metallischem Kupfer reducirt werden. Zu diesem Zwecke bedient man sich der Rose'schen Tiegel (Fig. 53), dieselben sind aus Thon oder Platin angefertigt. Der Tiegel T wird von einem durchlochten Deckel D bedeckt, in welchen ein Rohr R paßt. Durch dieses wird, während der Tiegel in schwacher Rothgluth erhalten wird, getrocknetes Wasserstoffgas zugeleitet.

Nach diesem Verfahren erhält man schließlich das Kupfer mit einer geringen Menge Asche vermengt, welche

Digitized by Google

von der Verbrennung des Filters stammt. Werden sogenannte »aschenfreie« Filter verwendet, so ist die Menge der Asche derart gering, daß sie die Genauigkeit der Bestimmung in keiner Weise stört. Stehen solche Filter nicht zur Verfügung und müssen dieselben aus gewöhnlichem, ziemlich aschenreichen Filtrirpapier geschnitten werden, so verfährt man in der Weise, daß man stets Filter von gleichem Durchmesser verwendet. Deren Aschengehalt wird ermittelt, indem man zehn Filter in einem gewogenen Tiegel verascht, die Menge der Asche durch Wägung ermittelt und den zehnten Theil derselben für jedes Filter von der ausgewogenen Kupfermenge in Abzug bringt.

Bei der Reduction des Kupferoxyduls ist in jedem Falle die Vorsicht zu gebrauchen, sich vor der Erhitzung zu überzeugen, ob durch den Wasserstoff schon alle Luft aus der Waschflasche verdrängt wurde. Ist dies nicht der Fall, so würde das Gemisch von Luft und Wasserstoff (Knallgas) in äußerst heftiger Weise explodiren.

In den letzten Jahren machte die Zuckerbestimmung mittelst Soldaini'schem Reagenz viel von sich reden. Dasselbe wird nach Striegler am einfachsten in der Weise bereitet, daß 150 Gr. saures kohlensaures Kali und 104·4 Gr. neutrales kohlensaures Kali in 600 Cbcm. Wasser von ca. 50° C. gelöst, mit 100 Cbcm. der zur Darstellung der Fehling'schen Lösung verwendeten Kupferlösung gemischt und auf 1000 Cbcm. gebracht werden. Während Fehling'sche Lösung auch in ganz geringen Mengen beim Kochen mit reiner Saccharose reducirt wird, ist dies bei der beschriebenen Kupfer-Kaliumcarbonatlösung nicht der Fall. Dagegen sind die mit Soldaini's Reagenz erhaltenen Resultate, wie E. Preuß nachgewiesen hat, nicht besonders genau. Da ferner die Fehling'sche Lösung, wenn dieselbe getrennt aufbewahrt wird, ebenso haltbar ist wie Soldaini's Reagenz, ist kein Grund vorhanden, von der Verwendung des altbewährten und erprobten Mittels zur quantitativen Invertzuckerbestimmung abzugehen.

Digitized by Google

Zum qualitativen Nachweis des Invertzuckers ist jedoch Soldaini's Reagenz seiner großen Empfindlichkeit wegen ganz besonders geeignet.

Ist in Producten Rohrzucker, Raffinose und Invertzucker gleichzeitig vorhanden, so kann deren Bestimmung nach J. Baumann in folgender Weise erfolgen:

Enthält die untersuchte Substanz 100 Procent Rohrzucker, so erhält man bei der Inversionspolarisation eine Drehung von $-32{\cdot}66$ Grad; bei einem Gehalt von x Procent Rohrzucker $-\frac{32{\cdot}66}{100}\,x = -0{\cdot}3266\,x$ Grad.

Desgleichen erhält man für einen Gehalt von y Procent wasserfreie Raffinose $0{\cdot}9491\,y$ Procent. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von x Procent Rohrzucker (resp. Gesammtzucker als Rohrzucker gerechnet) und y Procent Raffinose besteht also, wenn wir die Inversionspolarisation mit P' bezeichnen, die Gleichung

$$(1)\quad -0{\cdot}3266\,x + 0{\cdot}9491\,y = P'.$$

Da ferner nach dem üblichen Verfahren 0·1628 Gr. Substanz nach stattgehabter Inversion der Behandlung mit Fehling'scher Lösung unterworfen zu werden pflegen, so erhält man dabei bei einem Gehalte von 100 Procent Rohrzucker $0{\cdot}1628\,.\,F_1$ Gr. Kupfer, worin F_1 den Reductionsfactor der invertirten Saccharose bedeutet. Bei x Procent Rohrzucker erhält man $\frac{0{\cdot}1628\,.\,F_1}{100}\,.\,x$ Gr. Kupfer.

Ebenso erhält man bei einem Gehalt von y Procent wasserfreier Raffinose $\frac{0{\cdot}1628\,F_2}{100}\,.\,y$ Gr. Kupfer, worin F_2 den Reductionsfactor der invertirten Raffinose bedeutet. Sind x Procent Rohrzucker (resp. Gesammtzucker = Rohrzucker + Invertzucker, letzterer als Rohrzucker gerechnet) und y Procent Raffinose vorhanden, so besteht, wenn wir die insgesammt ausgeschiedene Kupfermenge mit Cu bezeichnen, die Gleichung

Digitized by Google

$$(2)\quad \frac{0{\cdot}1628\,.\,F_1}{100}\,x + \frac{0{\cdot}1628\,.\,F_2}{100}\,y = Cu.$$

Aus Gleichung (1) und (2) berechnet sich

$$x = \frac{\frac{94{\cdot}91}{0{\cdot}1628}\,Cu - P'\,F_2}{0{\cdot}9491\,F_1 + 0{\cdot}3266\,F_2} \qquad y = \frac{P' + 0{\cdot}3266\,x}{0{\cdot}9491}$$

Bezeichnen wir den Gehalt an Rohrzucker + Invertzucker, letzterer als Rohrzucker gerechnet (Gesammtzucker), mit Z, den Gehalt an wasserfreier Raffinose mit R, so dienen zur Berechnung beider die aus obigen beiden Ausdrücken berechneten Formeln

$$Z = \frac{582{\cdot}98\,.\,Cu - P'\,.\,F_2}{0{\cdot}9491\,F_1 + 0{\cdot}3266\,F_2}$$

$$R = 1{\cdot}054\,P' + 0{\cdot}344\,Z$$

Die Reductionsfactoren F_1 und F_2 berechnet man, indem man in den entsprechenden Tabellen zur Berechnung des Rohrzucker- bezw. Raffinosegehaltes die gefundene Kupferzahl aufsucht und durch die daneben stehende Zahl für Zucker, bezw. Raffinose dividirt. Da jedoch die Reductionsfactoren nur langsam abnehmen, so braucht man diese Constanten nicht für jeden Fall zu berechnen, es genügt vielmehr sie von 10 zu 10 Mgr. Cu zu erheben. Für die hauptsächlich in Betracht kommenden Kupfermengen von 0·150—0·200 Gr. folgen hier die so berechneten Formeln

Cu =	Z =	
0·150	248·1 . Cu — 0·605 . P′	
0·160	248·4 . Cu — 0·604 . P′	
0·170	248·7 . Cu — 0·604 . P′	R =
0·180	249·2 . Cu — 0·604 · P′	1·054 P′ + 0·344 Z
0·190	249·7 . Cu — 0·604 . P′	
0·200	250·0 . Cu — 0·604 . P′	

Digitized by Google

Hat man nicht, wie üblich, 0·1628 Gr. Substanz zur estimmung der invertirten Zuckerarten benützt, sondern ispielsweise γ Gramm, so muß man die gefundene Kupfer-hl mit $\frac{0{\cdot}1628}{\gamma}$ multipliciren und die so erhaltene Zahl tt Cu in die obigen Formeln einsetzen. Für die Berech-ng der Reductionsconstanten muß jedoch natürlich das rklich abgeschiedene Kupferquantum verwendet werden.

Will man außer dem Gesammtzucker auch die als che vorhandene Saccharose bestimmen, so führt man eine nvertzuckerbestimmung nach Meißl aus. Von dem wirk-hen Invertzuckergehalt bringt man dann zur Umrechnung f Saccharose $^1/_{20}$ in Abzug und findet durch Subtraction r so erhaltenen Zahl von dem Gesammtzucker den in r Substanz vorhandenen Rohrzucker.

Zur weiteren Erläuterung der obigen Formeln diene lgendes Beispiel. Bei der Untersuchung eines Syrups urden gefunden:

Inversionspolarisation	$P' = -8{\cdot}5^0$
Kupfer nach der Inversion, von 0·1628 Gr. Substanz . . .	$Cu = 0{\cdot}184$ Gr.
Kupfer vor der Inversion (directe Invertzucker-Bestimmung) von 2 Gr. Substanz	$Cu = 0{\cdot}250$ Gr.

Bei Benützung der allgemeinen Formel für den Ge-mmtzucker finden wir aus den entsprechenden Tabellen $_1 = \frac{184}{93{\cdot}1}$ und $F_2 = \frac{183{\cdot}6}{130}$. Wir können jedoch auch, ohne nen wesentlichen Fehler zu begehen, die oben für Cu = ·180 angegebene vereinfachte Formel

$$Z = 249\,2\ Cu - 0{\cdot}604\ P'$$

nwenden. Danach ist

$$Z = 249{\cdot}2\ .\ 0{\cdot}184\ - 0{\cdot}604\ .\ (-8{\cdot}5) = 50{\cdot}98$$
$$R = 1{\cdot}054\ .\ (-8{\cdot}5) + 0{\cdot}344\ .\ 50{\cdot}98\ = 8{\cdot}58$$

Digitized by Google

Um das Verhältniß von Rohrzucker (S) zu Invertzucker (J) zu ermitteln, setzen wir zunächst nach Hiller

$$J = \frac{100 \frac{Cu}{2}}{p} = 6{\cdot}25$$

also $S + J : J = 50{\cdot}98 : 6{\cdot}25 = 100 : 12$

$$S : J = 88 : 12$$

$$J = \frac{0{\cdot}250 \,.\, 52{\cdot}6}{2} = 6{\cdot}58$$

Hiervon wird zur Umrechnung auf Saccharose $^1/_{20}$ in Abzug gebracht $= 6{\cdot}25$ und diese Zahl vom Gesammtzucker abgezogen:

$$S = 50{\cdot}98 - 6{\cdot}25 = 44{\cdot}73.$$

Der untersuchte Syrup enthielt also

44·73 Procent Rohrzucker,
6·58 » Invertzucker,
8·58 » Raffinose.

C. Zuckerbestimmung nach der Inversionsmethode.

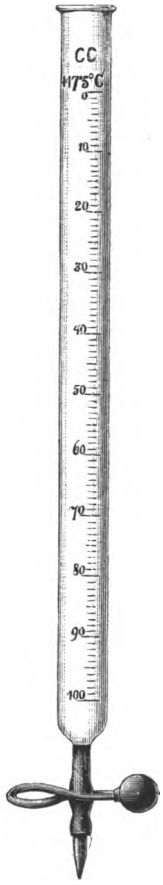
(Maßanalytisches Verfahren.)

Bei diesem Verfahren wird die Anzahl Cubikcentimeter Fehling'scher Lösung von bekanntem Wirkungswerthe ermittelt, welche erforderlich ist, um durch eine gegebene Menge einer Invertzuckerlösung vollständig reducirt zu werden. Bei dieser Reduction wird die Fehling'sche Lösung vollkommen entfärbt, die Entfärbung der ursprünglich tiefblauen Lösung giebt somit das Ende der Reaction an.

Digitized by Google

Den Wirkungswerth der nach Seite 125 bereiteten
hling'schen Lösung ermittelt man
folgendem Vorgange:

Fig. 54.



In einem 100 Cbcm. fassenden Kölb-
werden 9·5 Gramm chemisch reiner
ker, oder auch vollkommen wasserfreie
finade nach Seite 115 invertirt; nach
Auffüllen bis zur Marke sind dann
diesen 100 Cbcm. 10 Gramm Invert-
er enthalten. 20 Cbcm. davon werden
telst einer Pipette in einen Literkolben
acht, mit Sodalösung eben neutralisirt
zu 1000 Cbcm. ergänzt. Diese Lösung,
che in 1 Cbcm. 0·002 Gramm Invert-
er enthält, wird nun in eine, in
ntel-Cubikcentimeter getheilte Bürette
g. 54) gefüllt.

10 Cbcm. der Fehling'schen Lösung
den hierauf in eine halbkugelförmige
rzellanschale gebracht, mit 50 Cbcm.
sser verdünnt und bis zum Kochen er-
. Dann läßt man aus der Bürette
ange von der Invertzuckerlösung lang-
hinzufließen, bis die blaue Farbe der
ssigkeit verschwunden zu sein scheint.
dessen vollkommen sicher zu sein,
irt man einige Cubikcentimeter ab und
zum klaren Filtrate einige Tropfen
r Lösung von gelbem Blutlaugensalz,
ium-Ferrocyanid $K_4 Fe(CN)_6$. Tritt
unfärbung ein, oder scheidet sich ein
an gefärbter Niederschlag ab, so ist
unzersetzte Fehling'sche Lösung vor-
den, im entgegengesetzten Falle wurde
its Invertzuckerlösung im Ueberschusse
setzt. Die Titrirung wird nun unter Verwendung einer
ßeren, beziehungsweise einer geringeren Anzahl von Cubik-

Digitized by Google

centimetern der Invertzuckerlösung so lange wiederholt, bis der Punkt, bei welchem eben alles Kupfer ausgeschieden wurde, getroffen ist. Auf Grund dreier übereinstimmender Resultate wird nun der Wirkungswerth (Titer) der Fehling'schen Lösung berechnet. Wurde z. B. 20 Cbcm. Zuckerlösung (1 Cbcm. = 0·002 Gramm Invertzucker) verbraucht, so entsprechen 10 Cbcm. Fehling'scher Lösung 20 × 0·002 = 0·04 Gramm Invertzucker.

Will man nach dieser Methode den Zuckergehalt eines Productes bestimmen, so invertirt man 13·024 Gramm derselben nach Seite 115, ergänzt auf 100, und bringt 50 Cbcm. in einen Literkolben, welcher nach Neutralisirung der Lösung mit Sodalösung bis zur Marke gefüllt wird. Mit dieser Lösung wird die Bürette vollgegossen.

In die Porzellanschale werden 25 Cbcm. Fehling'scher Lösung pipettirt; das weitere Verfahren ist genau gleich dem bei der Titerstellung beschriebenen.

Beispiel. 13·024 Gramm Substanz (Zucker, Syrup u. s. w.) wurden invertirt und auf 100 Cbcm. gebracht. 50 Cbcm. davon entsprechen 6·512 Gramm Substanz; diese werden auf 1000 Cbcm. verdünnt. 1 Cbcm. enthält dann 0·00651 der ursprünglichen Substanz in Lösung.

10 Cbcm. der Fehling'schen Lösung entsprechen 0·04 Gramm Invertzucker, mithin 25 0·04 × 2·5 = 0·100 Gramm Invertzucker.

Zur vollständigen Entfärbung waren 37·1 Cbcm. Zuckerlösung erforderlich; dieselben enthalten somit 0·100 Gramm Invertzucker. 37·1 Cbcm. entsprechen jedoch auch 37·1 × 0·00651 = 0·2415 Gramm Substanz.

In 0·2415 Gramm sind 0·100 Gramm Invertzucker enthalten,
» 100 » » x » » »

100 : 0·2415 = x : 0·100

x = 41·40 % Invertzucker.

Digitized by Google

1 Theil Invertzucker entspricht 0·95 Thln. Saccharose,
·40 Theile » » sonach x »

·40 : 1 = x : 0·95.

x = 39·33 % Saccharose.

Dieses maßanalytische Verfahren der Zuckerbestimmung fast nur mehr in Frankreich und England üblich. Man gt, daß es an Genauigkeit weit hinter jenem auf gewichtsalytischem Wege zurücksteht. Bei einiger Uebung ist man erdies im Stande, eine gewichtsanalytische Zuckerbestimung in höchstens derselben Zeit, und zwar vollkommen nau auszuführen, welche man im besten Falle zur unnaueren Ermittlung auf maßanalytischem Wege benöthigen irde.

Digitized by Google

Digitized by Google

II. Theil.

Die Bestimmung des Zuckers in zuckerhaltigen Stoffen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Allgemeines.

Für den Chemiker ist Nettigkeit sowie peinlichste Ge-
uigkeit bei allen Arbeiten, welche er ausführt, von größter
ichtigkeit. Nur dann wird er richtige Resultate erhalten
d jene Sicherheit erlangen, welche für rasches Arbeiten
bedingt erforderlich ist.

Die Ausführung der Analysen zerfällt in einzelne Ab-
nitte, welche sich so ziemlich bei jeder Bestimmung gleich
iben. Dieselben sollen im Folgenden kurz besprochen
rden.

Die Probenahme. In allen Fällen handelt es sich
rum, den durchschnittlichen Gehalt der zu untersuchenden
ubstanz an dem werthvollen Stoffe, hier fast ausschließlich
ucker, zu ermitteln. Da das Material, um dessen Be-
rthung es sich handelt, jedoch in der Regel von keiner
eichartigen Beschaffenheit ist, ist es nöthig, aus demselben
ne gute Durchschnittsprobe zu ziehen. Die Art und
eise, in welcher dies zu geschehen hat, wird in den ein-
nen Abschnitten besprochen werden. Im Allgemeinen läßt
h nur sagen, daß dies wohl am besten in der Weise er-
gt, daß flüssige Substanzen (Rohsaft, Dünnsaft u. s. w.)
r der Probenahme gründlich gemischt werden. Bei festen
ubstanzen, z. B. Rohzucker, Spodium u. s. w., verfährt
an in der Weise, daß man vorerst der Gesammtmenge an
rschiedenen Stellen größere Partien entnimmt, diese sorg-
tig mischt, und daraus schließlich das für die Untersuchung
stimmte Muster zieht.

Die Einwage. Bei jeder Untersuchung ist es nöthig,
rerst die Substanz in lösliche Form überzuführen. Es
schieht dies entweder durch Behandlung derselben mit
asser (Zucker, Schlempekohle u. s. w.) oder mit geeigneten

Digitized by Google

Reagentien, wie Säuren (Aufschließung der phosphorsäurehaltigen Substanzen, Spodium, Thonschlacke u. s. w.). Bevor man diese jedoch vornehmen kann, muß man vorerst eine gewisse Menge einwägen, bei Zucker z. B. das Normalgewicht. Diese Einwage hat mit der größten Genauigkeit zu erfolgen, da von derselben die Richtigkeit des Resultates direct abhängig ist. Wo immer es durchführbar ist, soll man stets eine größere Substanzenmenge einwägen, diese in Lösung und auf ein bestimmtes Volumen bringen, und von diesem aliquote Theile zur Analyse verwenden. Es ist jedoch stets Sache des Analytikers, sich von der Richtigkeit der hierbei zur Verwendung gelangenden Maßgefäße (Literkolben, Pipetten 2c.) durch Nachaichung zu vergewissern.

Die Fällung soll womöglich bei hoher Temperatur erfolgen. So erfolgt z. B. bei Kalkbestimmungen das Absitzen des oxalsauren Kalkes viel rascher, wenn die Lösung heiß, als wenn dieselbe kalt gefällt wird. Auch dadurch, daß man die gefällten Lösungen einige Zeit lang warm erhält, läßt sich meist ein rascheres Absitzen des Niederschlages erzielen.

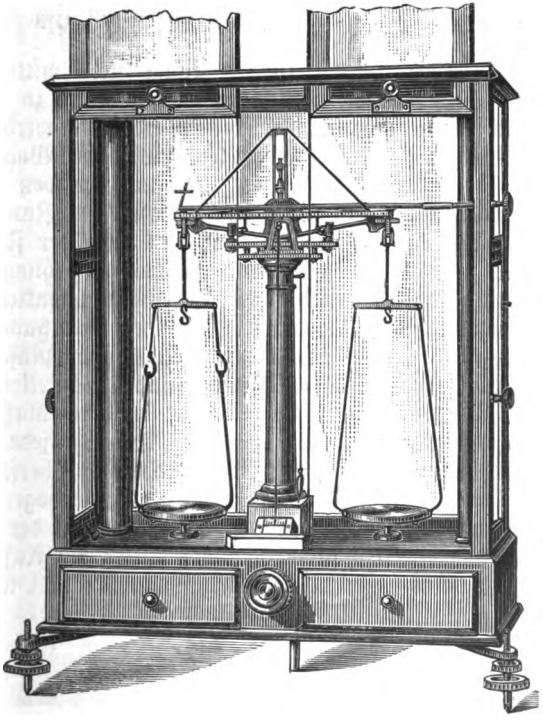
Das Filtriren. Bei der Lösung, beziehungsweise Aufschließung ist es fast niemals der Fall, daß die Substanzen glatt in Lösung gehen, zur weiteren Analyse können jedoch nur vollkommen klare Flüssigkeiten Verwendung finden. Man klärt sie durch Filtriren. Wo immer es möglich ist, und dies ist stets dann der Fall, wenn man nur aliquote Theile des Filtrates, nachdem die Lösung sammt dem Ungelösten auf ein bestimmtes Volumen gebracht wurde, zur Analyse verwendet, soll man sich eines Faltenfilters von entsprechender Größe bedienen, da durch ein solches das Filtriren ungleich rascher von Statten geht, wie durch ein glatt an den Trichterwänden anliegendes Filter. Nur dann, wenn es sich um Sammlung eines Niederschlages oder um vollständiges Auswaschen eines solchen handelt, muß man sich gewöhnlicher, glatt anliegender Filter bedienen.

Das Auswaschen eines Niederschlages muß stets sorgfältig und gründlich erfolgen. Gewöhnlich kann man

Digitized by Google

h hiervon durch qualitative Prüfung überzeugen, indem an so lange wäscht, bis eine in jedem speciellen Falle rschiedene Reaction nicht mehr eintritt. Bei Chlorbestim- ungen z. B., bei welchen man mit Silberlösung fällt, darf

Fig. 55.



hließlich in der Waschflüssigkeit nach Zusatz von Salzsäure ine Trübung entstehen.

Die Wägung. Dieselbe bildet bei allen quantitativen estimmungen den Abschluß aller Operationen. Von der- lben hängt hauptsächlich die Genauigkeit der Analyse ab,

Digitized by Google

daher ist sie stets mit peinlichster Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit durchzuführen. Das Instrument, welches hierbei Verwendung findet, die analytische Wage, muß immer gewissermaßen das Heiligthum des Chemikers sein, und verlangt eine zweckentsprechende Behandlung. Ein derartiges, für alle analytischen Bestimmungen entsprechendes Instrument (Construction J. Nemetz, Wien) ist in Fig. 55 abgebildet.

Vor dem Gebrauche ist die Wage stets mittelst der am Kasten angebrachten Stellschrauben horizontal zu stellen, der Senkel rechts vom Träger der Wagebalken wird dann auf die eingestanzte Marke einspielen. Wird die Wage desarretirt, was durch Linksdrehung des zwischen den beiden Laden angebrachten Knopfes erfolgt, so soll die Zunge auf der Scala auf Null einspielen. Ist dies nicht der Fall, so äquilibrirt man die Wage durch Rechts- beziehungsweise Linksdrehung des oberhalb des Befestigungspunktes der Zunge angebrachten Fähnchens. Vor der Benützung sind beide Waagschalen stets mit einem weichen Haarpinsel vom Staube rein zu fegen. Das Arretiren und Desarretiren darf niemals schnell und ruckweise erfolgen, sondern muß leicht und langsam vorgenommen werden. Die für jede Wage angegebene Maximalbelastung darf niemals überschritten werden, sonst werden die Wagebalken durchgebogen und die Wage ungenau. Die in den Aufhängungen der linken Wagschale angebrachten Ausnehmungen dienen zur Aufnahme von Asbestfilterröhrchen, Chlorcalciumröhrchen u. s. w.

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Die Untersuchung des Rohzuckers.

Der Rohzucker bildet ein durch Melasse verkittetes ystallaggregat von mehr oder minder wohl ausgebildeten ystallen. Er enthält demnach außer Zucker noch Wasser, sche und eine Reihe anderer Stoffe organischer Natur, elche man mit dem Namen »organisch fremde Substanzen« zeichnet. Außer Saccharose kann ferner noch Invertzucker d eventuell Raffinose vorhanden sein.

1. Bestimmung des Zuckergehaltes (Polarisation). ieselbe erfolgt ausschließlich mittelst eines der beschriebenen olarisationsapparate; zur Einwägung des Normalgewichtes npfiehlt sich die in Fig. 56 abgebildete, von F. Strohmer nstruirte Wage. Dieselbe wird folgendermaßen beschrieben:

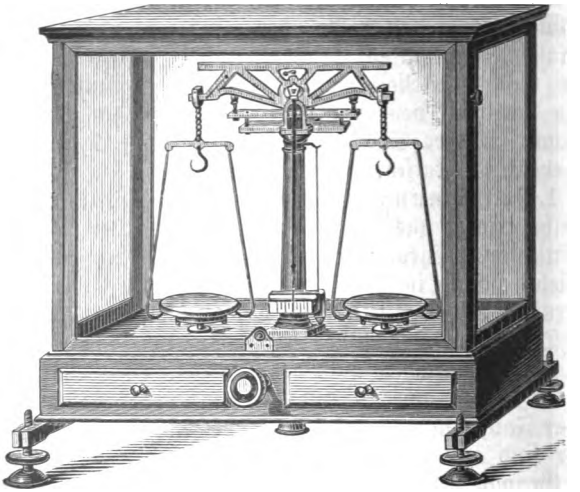
Die kurzarmige Wage besitzt eine zweifache Arretirung, nd zwar der Schalen und des Balkens. Die Gehänge ruhen cht in Oesen, wie es zum Nachtheile der Genauigkeit so t der Fall, sondern auf Stahlschneiden; die dazu gehörigen ager sind aus Achat. Dieselbe ist auf eine Belastung von 00 Gramm bei einer Empfindlichkeit von 0·2 Milligramm ngerichtet, und hat, wie es auch nothwendig ist, in Folge es kurzen, nur 20 Centimeter langen Balkens eine ent- rechend schnelle Schwingungsdauer. Die messingene Säule t 30 Centimeter hoch, um eine möglichst lange Zunge an- ringen zu können und daher einen leicht und deutlich sicht- aren Ausschlag zu erhalten. Die Schalen, aus stark ver- ickeltem Messing, haben einen Durchmesser von 10 Centi- eter und gestatten, weil ihre Träger seitwärts abgebogen nd, die Verwendung einer größeren Neusilberschale zur bwägung des Zuckerquantums.

Digitized by Google

Eine derartige Schale ist in Fig. 57 abgebildet. Da sich das Gewicht solcher Neusilberschalen bei sorgfältiger Behandlung fast nicht ändert, empfiehlt es sich, zu derselben eine Tara anzufertigen, man ist dann des jeweiligen Austarirens der Schale durch Gewichte vollständig enthoben.

Ist die Schale auf der Wage ins Gleichgewicht gebracht, so bringt man auf die rechte Wagschale, auf welcher

Fig. 56.



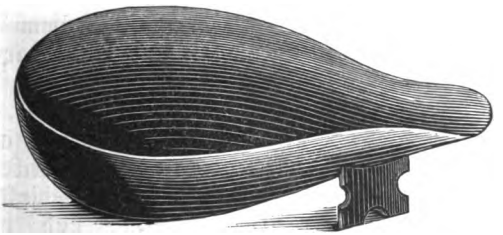
sich schon die Tara befindet, 26·048 Gramm (das einfache Normalgewicht), bei Anwendung der deutschen Apparate (Soleil-Ventzke-Scheibler- und Halbschattenapparate von Schmidt und Haensch) und wägt in die Schale den vorher gut gemischten Rohzucker ein. Ist dies geschehen, so wird derselbe in der Schale mit Wasser durchfeuchtet, und mittelst einer Spritzflasche in einem 100 Cbcm.-Kolben gespült. Dieselben besitzen zweckmäßig die in Fig. 58 abgebildete, von O. Kohlrausch angegebene Gestalt, der Hals

Digitized by Google

derselben ist trichterartig erweitert. In die Erweiterung wird der Schnabel der Schale eingelegt und nun der durchfeuchtete Zucker unter Zuhilfenahme eines dünnen Wasserstrahles in den Kolben gespült. Stehen derartige Kolben nicht zur Verfügung, so muß man sich in der Weise behelfen, daß auf einem gewöhnlichen 100 Cbcm.-Kolben ein Trichter aufgesetzt wird, durch welchen man den Zucker verlustlos in den Kolben spült.

Um von dem zu untersuchenden Rohzucker eine größere Durchschnittsprobe zur Polarisation zu bringen und den Beobachtungsfehler zu verringern, empfiehlt es sich, nicht

Fig. 57.



das einfache Normalgewicht desselben zu 100 Cbcm., sondern ein Vielfaches desselben zu einem entsprechend größeren Flüssigkeitsvolumen zu lösen. Man verwendet entweder das zweifache Normalgewicht (52·096 Gramm) und löst es zu 200 Cbcm., oder das zweiundeinhalbfache Normalgewicht. welches dann selbstverständlich zu 250 Cbcm. gelöst wird, Zweckmäßig verwendet man für das einfache Normalgewicht, sowie für die Vielfachen desselben genau justirte Gewichte, welche 26·048 Gramm u. s. w. wiegen.

Ist der Rohzucker in den Kolben gebracht, so wird derselbe bis zu Zweidrittheilen mit Wasser gefüllt und der Zucker durch oftmaliges Schütteln gelöst.

Die erhaltene Lösung ist bei Rohzuckern niemals vollkommen blank, immer ist sie durch suspendirte, unlösliche

Digitized by Google

Bestandtheile getrübt, bei den meisten Rohzuckern, sowie bei den Nachproducten auch von so dunkler Färbung, daß eine genaue Beobachtung im Polarisationsapparate unmöglich wäre. Außerdem enthält sie noch eine Reihe organischer Nichtzuckerstoffe in Lösung, welche ebenfalls optisch activ sind und daher entfernt werden müssen, wenn das Resultat der Polarisation richtig sein soll. Die Entfernung dieser Stoffe, sowie der Farbstoffe erfolgt durch Anwendung von Klärmitteln. Diese wirken theils mechanisch, theils chemisch.

Fig. 58.

Das am häufigsten angewandte Klärmittel ist eine Lösung von basisch-essigsaurem Bleioxyd in Wasser. Sie wird in der Weise bereitet, das 600 Gramm Bleizucker (Bleiacetat) und 200 Gramm Bleiglätte mit 600 Cbcm. Wasser übergossen werden und 24 Stunden unter öfterem Umrühren an einem warmen Orte stehen bleiben. Nach Ablauf dieser Zeit wird die Flüssigkeit absitzen gelassen, und die klare Lösung abgezogen, oder dieselbe wird durch ein Faltenfilter filtrirt. Diese Lösung von basisch-essigsaurem Blei wirkt in der Weise klärend, daß sie die eiweißartigen Verbindungen sowie den größten Theil der Farbstoffe als unlösliche Bleiverbindungen fällt.

Man versetzt zu diesem Zwecke die Lösung des Rohzuckers im Kolben vor dem Auffüllen bis zur Marke mit der genannten Klärflüssigkeit, und zwar genügen in der Regel für Erstproducte und nicht zu dunkle Nachproducte 1 Cbcm. für je 100 Cbcm. der Lösung. Sehr dunkle Nachproducte werden mit einer größeren Menge versetzt, um die Fällung des in denselben in viel größerer Menge vorhandenen organischen Nichtzuckers vollständig zu machen. Ein bedeutender Ueberschuß an Bleilösung ist jedoch unter allen Umständen

Digitized by Google

vermeiden, da durch denselben einerseits die Genauigkeit
Polarisation gestört wird, andererseits die schließlich
altenen Filtrate leicht trübe werden; trübe Lösungen sind
Polarisation überhaupt nicht zu verwenden.

Sehr reine Zucker, wie Krystall-, Sand- oder Mehl-
ker, sind nur mit 3 bis 4 Tropfen Bleiessig und einem
opfen Alaun, eventuell nur mit breiförmigem Thonerde-
rat (u. s. w.) zu klären.

Auf Zusatz des Bleiessigs zur Rohzuckerlösung entsteht
voluminöser Niederschlag der genannten Bleiverbindungen.
an schüttelt nun um, damit die Vertheilung der Klärflüssig-
im Kolben vollständig werde, und läßt den Kolben einige
nuten ruhig stehen, um dem Bleiessig Gelegenheit zur Ein-
kung zu bieten. Um den Niederschlag compacter zu
chen, und überdies das in der Lösung enthaltene über-
üssige Blei zu entfernen, fügt man nun noch einige
opfen einer kalt gesättigten Alaunlösung hinzu. Dadurch
d das Blei als Sulfat gefällt, überdies sollen hierbei
ch J. J. Pohl den Thonerdelacken ähnlich zusammenge-
te Verbindungen der Farbstoffe entstehen, diese sind eben-
ls unlöslich, und werden daher durch Filtration entfernt.

Sobald diese Operationen ausgeführt sind, wird der
lben bis nahe zur Marke mit destillirtem Wasser gefüllt,
Luftblasen, welche stets auf der Oberfläche schwimmen,
d eine genaue Einstellung zur Marke unmöglich machen
rden, werden durch einen Tropfen Aether, welchen man
s einem zu einer Spitze ausgezogenen Rohre zufließen
t, zum Platzen gebracht. Ist dies geschehen, so wird die
üssigkeit bis zur Marke eingestellt. Hierauf wischt man
n oberen, erweiterten Theil des Kolbenhalses trocken aus,
n eine Verdünnung der Flüssigkeit zu vermeiden, mischt
n Kolbeninhalt durch wiederholtes Umdrehen des Kolbens,
bei man die Oeffnung desselben mit dem Ballen der
nd verschließt, und gießt schließlich die gesammte Flüssig-
tsmenge auf ein trockenes Faltenfilter, welches in einen
richter eingesetzt ist, der in einem Glase mit Ausguß-
nabel steckt. Trichter und Glas müssen ebenfalls voll-

Digitized by Google

kommen trocken sein. Die ersten Antheile des Filtrates werden weggegossen. Hat sich eine genügende Menge desselben schließlich angesammelt, so wird die Polarisationsröhre gefüllt. Das Filtriren der Lösung muß rasch erfolgen, auch vermeide man es, das Filtrat lange Zeit offen stehen zu lassen, da sonst durch die Wasserverdunstung leicht eine Concentrirung der Flüssigkeit und somit eine Erhöhung des Resultates stattfinden könnte.

Die Temperatur der zu polarisirenden Flüssigkeit soll 17·5 Grad C. betragen, und darf von dieser nur unbedeutende Abweichungen zeigen.

Die Polarisationsröhren sind vor der endgiltigen Füllung zwei- bis dreimal mit der Lösung auszuspülen. Mit dem Aufschieben des oberen Deckgläschens warte man so lange, bis alle Luftblasen an die Oberfläche gestiegen sind.

Die Polarisation erfolgt, je nachdem Apparate mit vollständiger, beziehungsweise beschränkter Scala zur Anwendung kommen, in 200, beziehungsweise 400 Mm. langem Rohre. Ueber die beim Polarisiren anzuwendenden Vorsichtsmaßregeln siehe Seite 75 ff. Die an der Scala abgelesenen Beträge bedeuten bei Einwage des Normalgewichtes, oder eines Vielfachen desselben direct Gewichtsprocente Zucker.

Wäre man gezwungen, aus irgend einem Grunde eine geringere Substanzmenge als wie 26·048 Gramm zur Einwägung zu bringen, so löst man entweder das halbe Normalgewicht zu 50 oder 100 Cbcm., im letzteren Falle ist die abgelesene Drehung zu verdoppeln, um Procente zu erhalten. Oder man berechnet dieselbe folgendermaßen: Von einem Rohzucker wurden z. B. 20 Gramm abgewogen und zu 100 Cbcm. gelöst, dieselben polarisirten 74·0. Nach der Proportion

$$26{\cdot}048 : 20 = x : 74{\cdot}0$$

berechnet sich x zu 96·37%.

Anderweitige Klärmittel, welche in Vorschlag gebracht wurden, um Rohzuckerlösungen zu klären, sind Gerbsäure (Tannin), Thonerdehydrat, schwefelsaurer Kalk, kohlensaurer Baryt, salpetersaures Blei u. s. w.

Digitized by Google

Von allen diesen Mitteln soll nur eventuell Thonerde-
drat nach der Klärung mit Bleiessig zur Anwendung
nmen, dasselbe wirkt rein mechanisch klärend durch Flächen-
ziehung. Tannin dürfte nur mit größter Vorsicht ange-
ndet werden, da die in den Handel kommende Gerbsäure
s mit einer optisch activen Modification der Gerbsäure
rmengt ist.

Die Verwendung von Knochenkohle zur Entfärbung ist
vermeiden, da von derselben Zucker absorbirt werden
rde.

2. Bestimmung des Invertzuckers in Roh-
cker. Dieselbe kann, wenn der Invertzuckergehalt unter
% beträgt, nach der Inversionsmethode (Seite 116) erfolgen.
n zweckmäßigsten ist es jedoch, die Bestimmung desselben
mer direct, und zwar nach Herzfeld vorzunehmen.
folgt die Ermittlung nach der Clerget'schen Inversions-
thode, Modification Herzfeld, so ist eine Klärung mit
eiessig nicht vorzunehmen. Bei sehr dunklem Zucker ver-
rt man in der Weise, daß die invertirte Flüssigkeit nach
n Auffüllen bis zur Marke mit 1—2 Gramm vollkom-
n trockener, und mit Salzsäure extrahirter Blutkohle
setzt und wiederholt geschüttelt wird. Bei Anwendung
er so geringen Menge derselben findet keine Zuckerabsorp-
n statt.

Zur Bestimmung des Invertzuckers nach Herzfeld
an direct das für die Polarisation bestimmte Filtrat An-
ndung finden.

Zu diesem Behufe werden genau 153·5 Cbcm. (bei
wendung des $2^1/_2$fachen Normalgewichtes) von dem zur
olarisation bestimmten Filtrat mit einer auf dieses Maß
ichten Pipette abgemessen und in einen 200 Cbcm.-Kolben
bracht. Man füllt nun, zur Entfernung des überschüssigen
eies, mit einer gesättigten, wässerigen Lösung von schwefel-
rem Natron zur Marke auf, mischt gut durch und filtrirt

Digitized by Google

abermals durch ein trockenes Faltenfilter in ein trockenes Glas. Die so erhaltene klare Lösung enthält in 50 Cbcm. 10 Gramm der Probe, und ist zur qualitativen wie quantitativen Invertzucker-Bestimmung geeignet. Will man diese Untersuchungen jedoch in einer anderen als der zur Polarisation verwendeten Probe ausführen, was z. B. dann der Fall, wenn nur 26·048 Gramm Probe in 100 Cbcm. gelöst wurden, so sind das Zuckergewicht und der Wasserzusatz so zu wählen, daß die mit Bleiessig geklärte, vom überschüssigen Blei mit schwefelsaurem Natron befreite, resultirende Probeflüssigkeit in 50 Cbcm. genau 10 Gramm des Rohzuckers gelöst enthält; z. B. man nimmt 25 Gramm der Probe, löst in Wasser, klärt mit Bleiessig, füllt zu 100 Cbcm. auf, filtrirt und bringt 60 Cbcm. des Filtrates mit einer Lösung von schwefelsaurem Natron auf 75 Cbcm., filtrirt abermals und verwendet nun 50 Cbcm. des Filtrates, enthaltend 10 Gramm der Probe, zur Prüfung. Diese 50 Cbcm. der Zuckerlösung werden mit 50 Cbcm. Fehling'scher Lösung (25 Cbcm. Seignettesalz-Natronlauge und 25 Cbcm. Kupferlösung) in einen Erlenmeyer'schen Kolben, welcher etwa $^1/_4$ Liter faßt, gebracht und weiter nach Seite 126 behandelt.

Die den ausgewogenen Milligrammen Kupfer entsprechenden Procente Invertzucker werden folgender von Herzfeld aufgestellten Tabelle entnommen.

Dieselbe ist für die Bestimmung kleiner Invertzuckermengen in Rohzucker berechnet, da die von E. Meißl ausgearbeiteten Tabellen nur dann Anwendung finden können, wenn der Invertzuckergehalt des Rübenzuckers über ein Procent beträgt.

Da reine Saccharose, mit Fehling'scher Lösung gekocht, ebenfalls die Fähigkeit besitzt, diese in geringem Maße zu reduciren, wird die bei Anwendung von 10 Gramm Substanz ausgeschiedene Kupfermenge, soferne sie weniger als 50 Mgr. wiegt, usancemäßig nicht als durch Invertzucker bedingt, angegeben.

Digitized by Google

Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent	Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent	Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent	Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent
50	0·050	87	0·225	124	0·423	161	0·627
51	0·054	88	0·231	125	0·428	162	0·633
52	0·058	89	0·236	126	0·433	163	0·639
53	0·062	90	0·242	127	0·438	164	0·645
54	0·066	91	0·248	128	0·443	165	0·651
55	0·070	92	0·254	129	0·448	166	0·657
56	0·074	93	0·260	130	0·453	167	0·663
57	0·078	94	0·265	131	0·458	168	0·669
58	0·082	95	0·271	132	0·463	169	0·675
59	0·086	96	0·277	133	0·468	170	0·680
60	0·090	97	0·283	134	0·473	171	0·686
61	0·094	98	0·288	135	0·478	172	0·692
62	0·098	99	0·294	136	0·483	173	0·698
63	0·103	100	0·300	137	0·488	174	0·704
64	0·108	101	0·305	138	0·493	175	0·709
65	0·113	102	0·310	139	0·498	176	0·715
66	0·118	103	0·315	140	0·503	177	0·720
67	0·123	104	0·320	141	0·509	178	0·726
68	0·128	105	0·325	142	0·515	179	0·731
69	0·133	106	0·330	143	0·521	180	0·737
70	0·138	107	0·335	144	0.527	181	0·742
71	0·143	108	0·340	145	0·533	182	0·748
72	0·148	109	0·346	146	0·538	183	0.753
73	0·152	110	0·351	147	0·544	184	0·759
74	0·157	111	0·356	148	0·550	185	0·764
75	0·162	112	0·361	149	0·556	186	0·770
76	0·167	113	0·366	150	0·562	187	0·775
77	0·172	114	0·371	151	0·567	188	0·781
78	0·177	115	0·376	152	0·574	189	0·786
79	0·182	116	0·381	153	0·580	190	0·792
80	0·187	117	0·386	154	0·586	191	0·797
81	0·192	118	0·392	155	0·592	192	0·803
82	0·197	119	0·397	156	0·598	193	0·808
83	0·202	120	0·402	157	0·604	194	0·814
84	0·208	121	0·407	158	0·609	195	0·819
85	0·213	122	0·412	159	0·615	196	0·825
86	0·219	123	0·417	160	0·621	197	0·830

Digitized by Google

Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent	Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent	Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent	Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent
198	0·836	228	1·001	258	1·173	287	1·339
199	0·841	229	1·007	259	1·179	288	1·345
200	0·847	230	1·013	260	1·185	289	1·351
201	0·852	231	1·018	261	1·190	290	1·357
202	0·858	232	1 024	262	1·196	291	1·362
203	0·863	233	1·030	263	1·202	292	1·368
204	0·869	234	1·036	264	1·207	293	1·374
205	0·874	235	1·041	265	1·213	294	1·380
206	0·880	236	1·047	266	1·219	295	1·385
207	0·885	237	1·053	267	1·225	296	1·391
208	0·891	238	1·058	268	1·231	297	1·397
209	0 896	239	1·064	269	1·236	298	1·403
210	0·902	240	1·070	270	1·242	299	1·408
211	0·907	241	1·076	271	1 248	300	1 414
212	0·913	242	1·081	272	1·253	301	1·420
213	0·918	243	1·087	273	1·259	302	1·425
214	0·924	244	1·093	274	1·265	303	1·431
215	0·929	245	1·099	275	1·271	304	1·437
216	0·935	246	1·104	276	1·276	305	1·443
217	0·940	247	1·110	277	1·282	306	1·448
218	0·946	248	1·116	278	1·288	307	1·454
219	0·951	249	1·122	279	1·294	308	1·460
220	0·957	250	1·127	280	1·299	309	1·466
221	0·962	251	1·133	281	1·305	310	1·471
222	0·968	252	1·139	282	1·311	311	1·477
223	0·973	253	1·144	283	1·317	312	1·483
224	0·979	254	1·150	284	1·322	313	1·489
225	0·984	255	1·156	285	1·328	314	1·494
226	0·990	256	1·162	286	1·334	315	1·500
227	0·996	257	1·167				

Wurde ein Gehalt an Invertzucker bei einem Rohzucker gewichtsanalytisch erhoben, und will man den wahren Saccharosegehalt desselben ermitteln, so ist, da ein Theil Invertzucker das Drehungsvermögen von 0·34 Theilen Saccharose

Digitized by Google

fhebt, der gefundenen Polarisation der Invertzuckergehalt Procenten × 0·34 zuzuzählen.

Beispiel. Ein Rohzucker (II. Product) polarisirt 92·2, vichtsanalytisch wurden 83 Milligramm Kupfer = (siehe abelle) 0·202 % Invertzucker gefunden.

Wahrer Zuckergehalt = 92·2 + (0·202 × 0·34) = ·8 %.

3. Bestimmung der Raffinose in Rohzuckern. eselbe kann nur auf optischem Wege ermittelt werden. igt ein Rohzucker abnorm hohe Polarisation, oder er- bt die Summe von Polarisation, Asche und Wasser bei- he oder mehr als 100, so ist er entschieden verdächtig, ffinosehältig zu sein. Die nadelförmige oder spitze Krystalli- ion, welche früher als Indicator für einen Gehalt an affinose angesehen wurde, steht nach den neuesten Unter- hungen A. Herzfeld's mit dem eventuellen Raffinose- halte in keinem Zusammenhange.

Die Bestimmung erfolgt genau nach Seite 118 unter wendung der Formeln:

$$\text{I. } Z\,(\text{Zucker}) = \frac{(0{\cdot}5124 \times P) + J}{0{\cdot}8390}$$

$$\text{II. } R\,(\text{Raffinose}) = \frac{P - Z}{1{\cdot}852},$$

rin P die Polarisation vor der Inversion, Z den nach rmel I ermittelten wahren Zuckergehalt bedeutet.

Wird die Polarisation nicht genau bei 20° C. ausge- hrt, so ist die Correction für die Temperatur nach der ammerschmidt'schen Formel vorzunehmen.

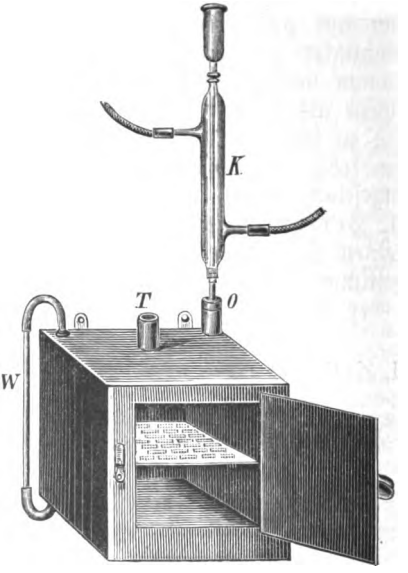
4. Bestimmung des Wassergehaltes der Roh- cker. Derselbe wird durch Trocknung eines abgewogenen uantums des Rohzuckers bis zur Gewichtsconstanz er- ttelt, die Differenz zwischen der eingewogenen Substanz- enge und deren Gewicht nach der Trocknung wird als asser angesprochen. Da der Rohzucker bei Temperaturen,

Digitized by Google

welche nur um weniges höher liegen wie 100°, schon Zersetzungen unterworfen ist, welche sich in dunklerer Färbung, Ammoniakabspaltung u. s. w. zu erkennen geben, so ist die Trocknung bei 100° C. vorzunehmen.

Man verfährt in der Weise, daß 10 Gramm des Zuckers in einem flachen Metallschälchen von 4—5 Cm

Fig. 59.



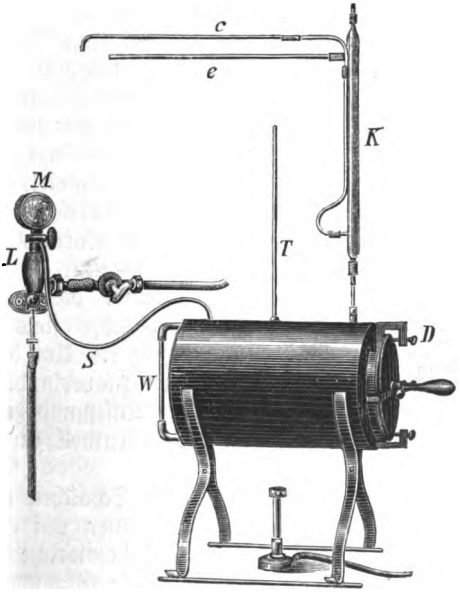
Durchmesser eingewogen werden und durch 2 Stunden, sehr feuchte Zucker jedoch und Nachproducte, welche über 3% Wasser enthalten, 3 Stunden getrocknet werden. Die Trocknung bei 100° C. erfolgt in Wasser- oder in Vacuumtrockenschränken.

Erstere (Fig. 59) besitzen folgende Einrichtung. Sie bestehen aus einem aus Metall verfertigten Kasten, welcher ringsum von einem zweiten, größeren Kasten umgeben ist. In

Digitized by Google

Zwischenraume befindet sich Wasser, welches durch einen
s- oder Spiritusbrenner im Kochen erhalten wird. Der
ere Kasten ist durch eine Thüre zugänglich, er dient zur
nahme der Schälchen und ist, um eine größere Anzahl
elben unterbringen zu können, durch eine gelochte Platte
zwei Hälften getheilt. Durch O wird das Wasser einge-

Fig. 60.



lt; damit im Apparate kein Ueberdruck entsteht und
ererseits das Wasser nicht zu oft erneuert werden muß,
d bei O ein Rückflußkühler K aufgesetzt. In demselben
rden die Wasserdämpfe condensirt und fließen wieder in
Raum zwischen den beiden Kästen zurück. W ist ein
sserstandsanzeiger, welcher die Menge des vorhandenen
assers erkennen läßt; bei T kann ein Thermometer in den

Digitized by Google

Trockenraum eingeführt werden, falls der Apparat mit Flüssigkeiten von höherem Siedepunkte, als jener des Wassers ist, gefüllt wird.

Die Vacuumtrockenschränke (Trommelwasserbäder) (Fig. 60) sind dem beschriebenen Wassertrockenschränken ähnlich construirt. Sie bestehen aus einer doppelwandigen Trommel, in welcher Wasser zum Kochen erhitzt wird; die Wasserdämpfe werden in dem Rückflußkühler K condensirt. Durch die Leitung e, welche in den unteren Theil des Kühlers mündet, wird kaltes Wasser zugeführt, so daß dasselbe jenen Theil des Kühlrohres umspült, in welchen sich die heißesten, noch nicht condensirten Dämpfe befinden. Der innere Raum der Trommel ist durch den aufgeschliffenen Deckel D, welcher durch drei Schraubenzwingen angepreßt wird, verschließbar. Das Innere der Trommel, in welches auch das Thermometer T ragt, steht durch die Leitung S mit einer Wasserluftpumpe L und dem Vacuummeter M in Verbindung. Wird diese in Gang versetzt, so wird das Innere das Trommel theilweise evacuirt, die Trocknung erfolgt viel rascher, da die Wasserdämpfe stets abgesaugt werden. W ist ein Wasserstandsanzeiger. Um das Zurücksteigen des Wassers in die Trommel zu verhindern, ist es zweckmäßig, zwischen dieser und der Luftpumpe eine Flasche einzuschalten, in welcher sich das eventuell zurücksteigende Wasser ansammeln kann.

Nach der Trocknung werden die Schälchen unter einen Exsiccator (Fig. 61), welcher aus einer auf einer Glasplatte aufgeschliffenen Glasglocke besteht, welche über eine mit concentrirter Schwefelsäure gefüllte Glasschale gestülpt ist, gestellt, und unter derselben, in vollkommen wasserfreier Atmosphäre erkalten gelassen. Hierauf werden sie zurückgewogen.

Beispiel. Schälchen + 10 Gramm Rohzucker	32·720 Gramm
Schälchen + Rohzucker nach der Trocknung	32·560 »
Verlust . . .	0·160 Gramm

Digitized by Google

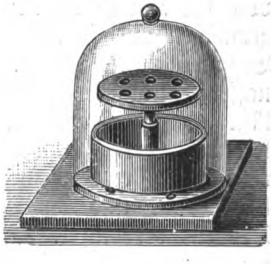
10 Gramm Substanz eingewogen wurden, beträgt der
ssergehalt des Rohzuckers 1·60 %.

Die Differenz von Procent Zucker + Procent Wasser
100 ergiebt die sogenannten (organischen und anorga-
hen) Nichtzuckerstoffe.

5. Bestimmung des Aschengehaltes in Roh-
ckern. Da die Rohzucker stets Melasse enthalten und
e einen hohen Gehalt an anorganischer Substanz (Salzen)
tzt, welche bei der Verbrennung als unverbrennlicher
ckstand (Asche) verbleibt, so ist auch der Rohzucker nicht
kommen verbrennlich, sondern hinterläßt eine mehr oder
der große Aschenmenge.

Je nachdem das Unver-
nnliche im klaren Filtrate
er Rohzuckerlösung, oder in
ursprünglichen Substanz,
che dann auch noch Bestand-
le enthält, welche in Wasser
t löslich sind, bestimmt wird,
cht man von Salz-, bezw.
hengehalt desselben. Die meisten
tproducte sind vollkommen frei
in Wasser unlöslichen Be-
dtheilen (Sand u. s. w.), bei

Fig. 61.



en wird daher der Aschengehalt mit dem Salzgehalt
ntisch sein. Bei unreinen Nachproducten können sich
ch Differenzen ergeben; die Asche muß vollkommen lös-
in Wasser sein, ohne einen Rückstand zu hinterlassen.
r die Ermittlung des Rendements (s. w. u.) ist nur der
lzgehalt des Rohzuckers von Werth, unter »Asche« kurz-
ist daher im Folgenden stets die sandfreie Asche zu
stehen, welche nach dem Gesagten mit dem »Salzgehalte«
ntisch ist.

Je nach der Ausführung der Bestimmung sind zweierlei
hen zu unterscheiden, welche als Carbonatasche und
Sulfatasche bezeichnet werden. Erstere wird durch
faches Verbrennen des Rohzuckers erzeugt, letztere durch

Digitized by Google

Verbrennung desselben unter Zuhilfenahme von concentrirter Schwefelsäure.

a) Carbonatasche. Wird eine gewogene Menge Rohzucker unter Luftzutritt in einer gewogenen Platinschale erhitzt, so verliert er anfangs Wasser, bläht sich stark auf und verbrennt schließlich zu einer sehr voluminösen Kohle. Gleichzeitig schmelzen jedoch die im Zucker vorhandenen Salze der Alkalien, und letztere umhüllen die Kohle derart, daß der Luftsauerstoff keinen Zutritt findet. In Folge dessen kann die Kohle nicht verbrennen. Man bringt deshalb die Alkalisalze in Lösung, indem man die Kohle mit heißem Wasser durchfeuchtet und mit einem Pistill zerdrückt. Die Lösung der Alkalien wird durch ein (aschenfreies) Filter von der Kohle abfiltrirt, das Filter mit heißem Wasser gewaschen und Filtrat und Waschwasser in einem reinem Becherglase aufgefangen. Das Filter sammt Kohle wird nun (im nassen Zustande) abermals in die Platinschale gegeben und läßt sich jetzt, da die Alkalisalze entfernt sind, mit Leichtigkeit über der Flamme eines gewöhnlichen Bunsenbrenners veraschen. Ist dies erfolgt, so wird die Schale auf ein Wasserbad gesetzt und das gesammte Filtrat in derselben zur Trockene verdampft. Da im Rohzucker stets geringe Mengen Kalk vorhanden sind und dieser beim Glühen in Aetzkalk übergeht, ist es nöthig, ihn in kohlensauren Kalk überzuführen.

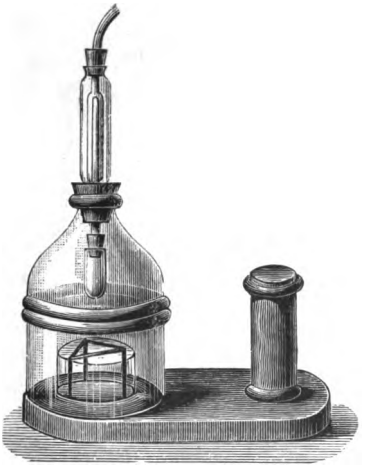
Es geschieht dies, indem man der zu verdampfenden Flüssigkeit einige Tropfen kohlensaures Ammoniak zusetzt. Ist das Filtrat zur Trockene verdampft, so wird der Rückstand bei einer über 100° liegenden Temperatur getrocknet und hierauf schwach geglüht. Der in der Schale verbleibende Rückstand besteht aus den Carbonaten, Chloriden, Phosphaten u. s. w. der Alkalien, des Kalkes, Eisens, Mangans u. s. w., welche im Rohzucker enthalten waren. Die nun als Carbonate vorhandenen Basen waren im Rohzucker entweder an organische Säuren oder an Zucker gebunden.

Digitized by Google

Vollkommen richtig ist die Carbonatasche nur dann, wenn von ihr die in derselben enthaltene Kohlensäure in Abzug gebracht wird.

Dieses Verfahren der Aschenbestimmung ist zwar vollkommen genau, jedoch zu umständlich und zeitraubend, um in der Praxis Anwendung finden zu können. Nach Scheibler's Vorschlag werden daher die Aschen in Rohzuckern allgemein nach der Sulfatmethode bestimmt.

Fig. 62.



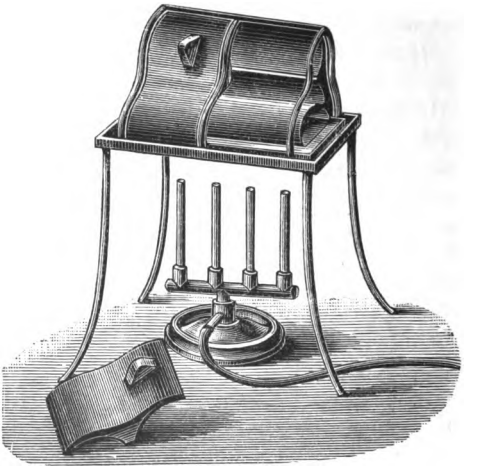
b) Die Sulfatmethode wird in der Weise ausgeführt, daß eine bekannte Menge Rohzucker, am besten 5 Gramm, in einer gut ausgeglühten und gewogenen Platinschale eingetragen und mit chemisch reiner, concentrirter Schwefelsäure durchtränkt wird. Ist dies geschehen, so stellt man die Platinschale in eine bis zur schwachen Rothgluth erhitzte Muffel.

Der Zucker bläht sich stark auf, wird jedoch fast augenblicklich verkohlt, wobei sich durch Reduction der Schwefel-

Digitized by Google

säure durch die Zuckerkohle bedeutende Mengen schwefeliger Säure entwickeln. Wird die Schale mit dem Zucker rasch in die heiße Muffel gestellt, so wird derselbe wohl nur in den seltensten Fällen übersteigen, wenn die Schale sofort gleichmäßig von allen Seiten erhitzt wird. Zu hohe Temperatur ist zu vermeiden, da sonst bei Zuckern, welche einen größeren Gehalt an Alkalien besitzen, leicht ein Schmelzen

Fig. 63.



der Sulfate eintreten könnte; geschmolzene Aschen sind jedoch ungenau. Bei richtig geleiteter Veraschung bildet die Asche schließlich eine lockere Masse, welche oft durch Eisenverbindungen röthlich gefärbt erscheint.

Sobald die Asche beim Herausnehmen aus der Muffel nicht mehr glüht oder glimmt, ist dieselbe fertig, die Platinschale wird dann in einem Exsiccator (Fig. 62) auf einem Thondreiecke über concentrirter Schwefelsäure erkalten gelassen und gewogen. Die Gewichtszunahme der Platinschale entspricht dem Gewichte der Asche von 5 Gramm.

Digitized by Google

Da in dieser Sulfatasche jedoch alle Basen an
chwefelsäure gebunden sind, welche ein bedeutend höheres
quivalentgewicht besitzt als die Kohlensäure, erhält man
ch dieser Methode gegenüber der allein richtigen
rbonatasche zu hohe Resultate. Nach Scheibler's An-
ben ist eine Sulfatasche stets um beiläufig ein Zehntel
werer als die entsprechende Carbonatasche. Man reducirt
her die Sulfatasche annähernd auf Carbonatasche, indem
n vom Gewichte der ersteren ein Zehntel in
zug bringt.

Beispiel: Eingewogen 5 Gramm Zucker.

atinschale + Asche	26·8072	Gramm
atinschale (leer)	26·7135	»
	0·0937	Gramm

0937
00937
08433 Asche in 5 Gramm
x » 100 »

$$= \frac{0{\cdot}08433 \times 100}{5} \quad \text{oder} \quad x = 0{\cdot}08433 \times 20 = 1{\cdot}68\%.$$

Die Veraschung der Zucker nimmt man in Muffeln
r. Es sind dies kleine, aus Platin oder Thon verfertigte
ohlräume, welche durch untergestellte Brenner in lebhaftes
lühen versetzt werden. Durch geeignete Vorrichtungen ist
sorgt, daß der innere Theil der Muffel, der Einsatz, ganz
n heißer Luft umspült ist.

Nebenstehende Fig. 63 stellt eine aus Platin verfertigte
uffel vor; dieselbe ruht auf einem eisernen Gestelle und
rd durch vier Gasbrenner zum Glühen gebracht. Die
ärme wird durch vier Thonplatten, welche dachförmig
er den Platineinsatz gestellt werden, zusammengehalten.
iese Platinmuffeln sind meist nur zur Aufnahme von
ei kleinen Platinschälchen, welche je drei Gramm Zucker
ssen, bestimmt.

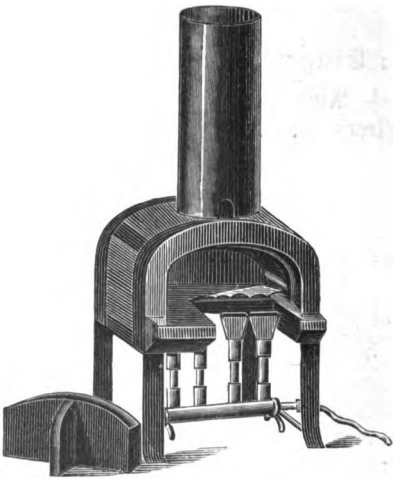
Digitized by Google

Sehr zweckmäßig sind die in Fig. 64 und 65 abgebildeten Thonmuffeln, erstere die Adnet'sche, letztere die Wiesnegg'sche Muffel.

Ihre Einrichtung ist aus der Abbildung zu entnehmen, sie bedürfen daher keiner näheren Beschreibung.

Die Aschen dürfen nicht geschmolzen sein, auch müssen sie sich in Wasser zu einer vollkommen klaren Flüssigkeit

Fig. 64.

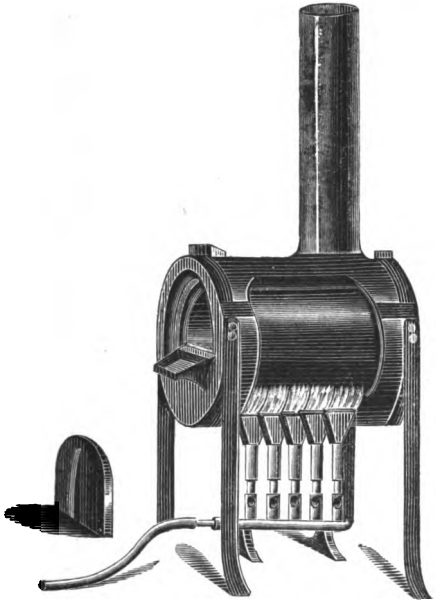


lösen. Ist dies nicht der Fall, so muß die Bestimmung wiederholt werden, denn es werden nur die thatsächlich im Zucker vorhandenen anorganischen Bestandtheile als Asche (Salzgehalt) bestimmt, die mechanischen Verunreinigungen und Beimengungen, wie Sand u. s. w., werden nicht in den Aschengehalt einbezogen. Sollten, was allerdings nur ganz ausnahmsweise vorkommen wird, Zucker zur Untersuchung vorliegen, welche derart verunreinigt sind, daß eine sandfreie Asche nach der angegebenen Methode nicht zu erzielen ist, so hat man in folgender Weise vorzugehen:

Digitized by Google

20 Gramm des Zuckers werden zu 100 Cbcm. gelöst nd durch ein trockenes Filter filtrirt. Vom klaren Filtrate ringt man 25 Cbcm. = 5 Gramm Substanz in eine ge- ogene Platinschale, verdampft auf dem Wasserbade zur

Fig. 65.



Trockene und verascht nach Zusatz von Schwefelsäure, wie ben angegeben.

Es empfiehlt sich auch, zur Veraschung des Zuckers tets womöglich 5 Gramm Substanz zu verwenden, das rhaltene Resultat wird dann genauer, als wenn blos drei Gramm zur Einwage gelangen.

Zur Aschenbestimmung in Raffinaden, sowie Consum- uckern (Sand-, Krystallzucker, Farins und Melis) können,

Digitized by Google

da diese Producte nur wenige Hundertstel Procente an Asche enthalten, unter Umständen größere Substanzmengen (10 Gramm) verwendet werden.

Die Einwage des Zuckers zur Aschenbestimmung, sowie die Auswage der Asche hat stets auf einer auf Zehntel Milligramm empfindlichen analytischen Wage zu erfolgen.

In jüngster Zeit wurde von Alberti und Hempel eine neue Methode der Aschenbestimmung in Vorschlag gebracht, welcher, ohne die Umständlichkeit der Aschenbestimmung nach der Carbonatmethode zu besitzen, doch dieser an Genauigkeit gleichkommen soll. Es ist dies die Veraschung mit Quarzsand. Zur Ausführung werden 6—7 Gramm grobkörnigen, ausgeglühten Quarzsandes in eine Platinschale gebracht, mit dieser gewogen und mit 5 Gramm des Zuckers innig gemischt. Wird nun die Schale in die glühende Muffel gebracht, so verbrennt der Zucker sofort und ohne zu schäumen. Nach beiläufig einer Stunde ist die Veraschung beendet. Die Gewichtszunahme der Schale entspricht der in der angewendeten Zuckermenge enthaltenen Asche. Hierbei entstehen aus den vorhandenen organischsauren Salzen nicht die Carbonate, sondern die entsprechenden Silicate; die Sulfate und Chloride bleiben unverändert. A. Stift*) hat diese Methode eingehend geprüft und kommt zu dem Schlusse, daß dieselbe bei richtiger und correcter Ausführung übereinstimmende Resultate liefert, wenn der verwendete Quarzsand vollkommen rein ist. Jedenfalls ist diese Art der Aschenbestimmung aber bei weitem umständlicher, als nach der Scheibler'schen Sulfatmethode, und dürfte daher diese niemals zu verdrängen im Stande sein.

6. Die Bestimmung der organischen Nichtzuckerstoffe. Diese ergeben sich aus der Differenz Zucker + Wasser + Asche auf 100.

Beispiel. Ein untersuchter Zucker hatte folgende Zusammensetzung:

*) Oesterr. Zeitschrift für Zuckerindustrie. 1893.

Digitized by Google

96·20	Procent	Zucker,
1·38	»	Wasser,
0·98	»	Asche (Salze),
1·44	»	organischer Nichtzucker,
100·00	Procent.	

7. Bestimmung der Reaction des Rohzuckers. Usancegemäß muß Rohzucker alkalisch reagiren. Dies giebt sich dadurch zu erkennen, daß eine Lösung des Zuckers neutrale Lackmustinctur blau färbt. Die alkalische Reaction des Rohzuckers wird durch den Aschen- (Salz-) gehalt desselben bedingt, die Asche besteht der Hauptsache nach aus kohlensaurem Kalk, Kali und Natron, überdies kann auch Calciumoxyd (Aetzkalk), sowie Kali in Verbindung mit Zucker (Zuckerkali) vorhanden sein. Ferner enthält jeder Rohzucker Ammoniak, welches in Form von kohlensaurem oder organischsaurem Salze vorliegt. Die wässerigen Lösungen dieser Körper reagiren sämmtlich alkalisch. Rohzucker muß alkalisch reagiren, da dies den einzigen Schutz gegen Invertzuckerbildung durch Fermente beim Lagern gewährt.

a) Qualitative Prüfung der Reaction. Man löst circa 2—3 Gramm Zucker in destillirtem Wasser, bringt die Lösung in einen reinen Reagenzcylinder (Eprouvette) und fügt einige Tropfen neutraler Lackmustinctur zu. Schlägt deren ursprüngliche violette Färbung in Blau um, so reagirt der Zucker alkalisch, dagegen sauer, wenn Rothfärbung eintritt.

b) Quantitative Bestimmung der Alkalität, bezw. Acidität. Dieselbe erfolgt in der Weise, daß 10, 20, oder selbst 50 Gramm Rohzucker abgewogen und in eine geräumige Porzellanschale in einer großen Wassermenge (1—2 Liter, je nach der Färbung des Productes) gelöst werden. Ist der Zucker alkalisch, was sich zu erkennen giebt, sobald man die Lösung mit einigen Tropfen Lackmustinctur versetzt, so wird er mit $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure, ist er sauer, so mit $^1/_{10}$ normal Kali oder Natronlauge titrirt.

Digitized by Google

Läßt man zu der alkalischen Lösung unter kräftigem Umrühren $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure zutropfen, so werden die im Rohzucker vorhandenen Basen, Kaliumcarbonat, Aetzkalk u. s. w. in Chlorid übergeführt. So lange noch die Salzsäure dazu verbraucht wird, ändert sich die Farbe der Lackmustinctur in keiner Weise. Wie jedoch die Basen gesättigt sind, wird die überschüssige Salzsäure nicht mehr gebunden, sie ertheilt der Flüssigkeit nunmehr eine saure Reaction, und die bis dahin blaue Farbe der Lackmustinctur schlägt in Roth um. Dies ist ein Zeichen, daß die Basen neutralisirt sind, man liest nun die verbrauchten Cubikcentimeter $^1/_{10}$ Salzsäure, welche man aus einer Burette (siehe Fig. 54 auf Seite 141) zufließen ließ, an dieser ab. Da die alkalische Reaction der Rohzucker durch die verschiedenartigsten Substanzen hervorgerufen werden kann, ist man dahin übereingekommen, die Menge der Basen stets in Grammen Kalk (Ca O) per 100 Gramm Rohzucker anzugeben.

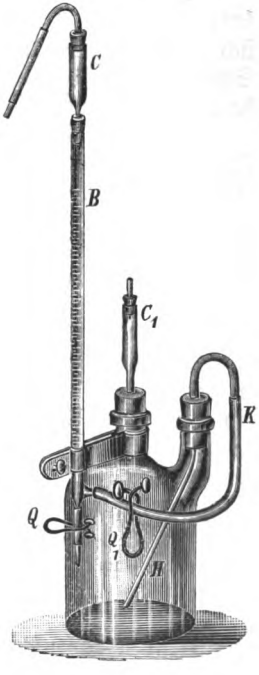
Zur Aufbewahrung der titrirten Lösungen eignen sich besonders die in Fig. 66 abgebildeten Flaschen. Es sind dies doppelhalsige Flaschen, an welchen mittelst einer Klammer die Bürette B befestigt ist. Diese trägt unten einen seitlichen Glasrohransatz, und steht durch diesen, sowie durch den Kautschukschlauch K, und den aus einem Glasrohre gebogenen Heber H mit der Flüssigkeit im Innern der Flasche in Verbindung. Diese kann mittelst des Quetschhahnes Q_1 beliebig unterbrochen werden. Der Quetschhahn Q verschließt den unteren Theil der Bürette. Um diese mit der Lösung zu füllen, öffnet man Q_1 und saugt gleichzeitig an dem an C anschließenden Kautschukschlauche. Enthält die Flasche Kali- oder Natronlauge, so schützt man diese vor Kohlensäureanziehung durch Anbringung der mit Natronkalk und etwas Chlorcalcium gefüllten Röhren C und C_1.

Normal-Salzsäure enthält im Liter 36·37 Gramm Salzsäuregas (H Cl). Diese Menge ist eben ausreichend, um 28·00 Gramm Kalk (Ca O) in (neutrales) Chlorcalcium, $Ca\,Cl_2$, überzuführen. Daher entsprechen 1000 Cbcm. Normal-Salzsäure 28·0 Gramm Kalk. Zehntel-Normal-Salzsäure

Digitized by Google

thält nur den zehnten Theil Salzsäuregas, somit nur 637 Gramm im Liter. Diese Menge entspricht daher auch ur 2·800 Gramm Kalk. 1 Cbcm. $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure eutralisirt daher 0·0028 Gramm Kalk. Um daher die von ner $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure verbrauchten Cubikcentimeter f Kalk umzurechnen, braucht an dieselbe nur mit 0·0028 zu ultipliciren.

Fig. 66.



Beispiel. Abgewogen 50 ramm Rohzucker, verbraucht 2 Cubcm. $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure. $0028 \times 6·2 = 0·01736$ Gramm a O in 50 Gramm Zucker x » 100 » » x = 0·03472 » »

ie Alkalinität entspricht daher 035 Procent Kalk.

Sauer reagirende Zucker erden aber mit $^1/_{10}$ Normal-Kali- der -Natronlaugen titrirt, 1 Cbcm. eser Laugen entspricht ebenfalls 0028 Gramm Ca O. Die Be- chnung des Resultates erfolgt enau nach dem angegebenen Bei- iele. Das Resultat wird in der Weise angegeben, daß man sagt: ur Neutralisation des Zuckers nd ... Procent Ca O erforderlich.

(Ueber die Bereitung der ormalsäure und -Laugen, sowie r Lackmustinctur siehe Anhang.)

8. Nachweis der schwefeligen Säure im Roh- ucker. Um nun den Producten der Rohzuckerfabri- tion eine hellere Färbung zu ertheilen, findet viel- ch eine »Schwefelung« statt. Dieselbe wird in der Weise ausgeführt, daß gasförmige schwefelige Säure ent-

Digitized by Google

weder in den geschiedenen Saft (Saturation mit schwefeliger Säure) oder in den Dicksaft geleitet wird. Die beim Einleiten der schwefeligen Säure entstehenden Salze (Sulfite) sind größtentheils schwer löslich, geringe Mengen derselben gehen jedoch immer in den Rohzucker über. Durch Nachweis derselben kann man daher feststellen, ob der betreffende Zucker »geschwefelt« wurde oder nicht.

Der qualitative Nachweis der schwefeligen Säure kann nach zwei Arten erfolgen; die eine derselben gründet sich auf die Ueberführbarkeit der schwefeligen Säure in Schwefelwasserstoff, die andere auf die reducirende Wirkung derselben gegenüber Jodsäure.

Will man die schwefelige Säure in Schwefelwasserstoff überführen, so verfährt man in der Weise, daß man in eine Lösung des Zuckers (10—20 Gr. in 25—30 Cbcm. Wasser) ein Stückchen schwefelfreies Zink bringt und die Flüssigkeit mit Salzsäure ansäuert. Der sich entwickelnde Wasserstoff reducirt die schwefelige Säure:

$$SO_2 + 3\ H_2 = H_2S + 2\ H_2O.$$

Der entweichende, gasförmige Schwefelwasserstoff wird in der Weise nachgewiesen, daß man über die Flüssigkeit einen Streifen Filtrirpapier hängt, welcher mit einer Lösung von essigsaurem Blei in Wasser getränkt ist. Auch nur bei Anwesenheit von Spuren Schwefelwasserstoffgas wird Schwefelblei ausgeschieden, welches dem Streifen eine braune bis schwarze Färbung ertheilt.

Bei Abwesenheit von schwefeliger Säure, bezw. ihrer Verbindungen, tritt die Braunfärbung nicht auf.

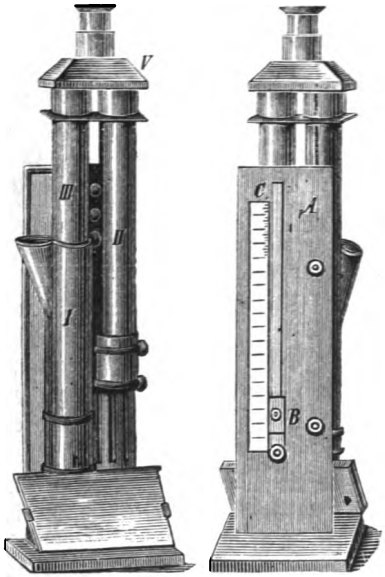
Der Nachweis der schwefeligen Säure auf Grund ihrer reducirenden Eigenschaften erfolgt nach J. Davidsen in der Weise, daß eine Lösung des Rohzuckers mit einigen Tropfen Stärkekleister und etwas in Wasser gelöster Jodsäure (HJO_3) versetzt wird. Die schwefelige Säure macht das Jod aus seiner Verbindung frei, freies Jod färbt jedoch schon in minimalen Mengen Stärkekleister intensiv blau. Tritt daher Blaufärbung der Lösung auf, so kann

Digitized by Google

Sicherheit auf die Anwesenheit von schwefeliger Säure
lossen werden.

9. Bestimmung der Farbe des Rohzuckers. Die
be des Rohzuckers wird in der Weise bestimmt, daß
lbe zu einer »Normalfarbe« ins Verhältniß gesetzt

Fig. 67.



). Dies erfolgt mittelst des Stammer'schen Farben-
ßes.

Dasselbe beschreibt Stammer in seinem Lehrbuche
Zuckerfabrikation folgendermaßen:

»Das Farbenmaß (Fig. 67) hat folgende Haupttheile:

I. Die weite Saftröhre ist unten durch eine Glas-
be geschlossen, oben offen, und seitlich mit einer Er-
erung zum Ein- und Ausgießen der Flüssigkeiten versehen.
Saftröhre ist an dem Stativ mittelst zweier Schrauben

Digitized by Google

befestigt und kann erforderlichenfalls (behufs Reinigung u. s. w.) leicht abgenommen werden.

II. Die Maßröhre ist unten mit einer Glasscheibe verschlossen und innerhalb der Saftröhre I beweglich.

III. Die Farbeglasröhre ist mit II fest verbunden, unten offen und oben mit dem Farbeglas bedeckt; sie ist mit ihrem unteren Ende mittelst zweier Ringe mit Schrauben fest, aber leicht lösbar mit den Gleitplatten verbunden, welche, gemeinschaftlich mit anderen Führungen, die senkrechte Verschiebung der verbundenen Röhren II und III sichern. Der Grad dieser Verschiebung wird an der Rückseite des Stativs an der Scala C, mit Indicator nach Millimetern, abgelesen, deren Bruchtheile noch geschätzt werden können.

IV. Das Farbeglas besteht aus zwei verbundenen Glasscheiben; die so hervorgebrachte Färbung ist als Normalfarbe mit 100 bezeichnet. Außerdem sind dem Instrumente zwei einfache Farbegläser beigegeben, die an Stelle des Normalglases oder mit demselben zugleich benützt werden können; man erhält so die halbe, anderthalbfache oder doppelte Normalfarbe, zur Benützung bei sehr hellen oder sehr dunkeln Flüssigkeiten.

Außerdem befinden sich an dem Instrumente noch der optische Aufsatz, welcher über die Röhren II und III gesteckt ist, und ein matter weißer Spiegel, der das gleichmäßig zerstreute Licht in passendem Winkel von unten in die Röhre wirft.«

»Die Beobachtung. Man stellt das Instrument so gegen das Licht, daß beim Hineinsehen durch den optischen Aufsatz und nach Entfernung des Farbeglases die Sehfelder beider Röhren als gleichmäßig helle Hälften der hellen runden Scheibe (bei dem einfachen Instrumente als gleichmäßig helle Scheiben) erscheinen. Nun legt man das Farbeglas mit seiner Kapsel auf die Röhre III und füllt die Flüssigkeit, deren Farbe gemessen werden soll und die

Digitized by Google

vollkommen klar (also bei wahrnehmbarer Trübung durch etwa doppeltes Filtrirpapier filtrirt) sein muß, in die Saftröhre I, welche ebenso wie die Maßröhre II mit ihrer Glasscheibe und Schraubenkapsel vollkommen dicht verschlossen sein muß. (Die Verschlußschraube bestreicht man zweckmäßig mit ein wenig Talg.) Nun verschiebt man die verbundenen Maß- und Farberöhren II und III so weit, bis die Farbe der zwischen den Deckgläschen der beiden Röhren I und II befindlichen Flüssigkeitsschichte derjenigen des Farbegläschens entspricht, indem beide von oben bei dem Lichte betrachtet werden, welches von dem Spiegel aufwärts durch die Röhren reflectirt wird. Es erscheint dann die runde Scheibe von gleichmäßiger Farbe und durch einen dunklen Strich in zwei Hälften getheilt; beim einfachen Instrumente sieht man durch die Augenkapsel zwei gleich gefärbte runde Scheiben.

Der Nullpunkt der Scala entspricht natürlich der unmittelbaren Berührung der Deckgläschen der Saft- und der Maßröhre; eine solche kann aber in Folge des Vorhandenseins einer Verschlußkapsel bei II nicht stattfinden; aus diesem Grunde läßt sich das Maßrohr nicht gänzlich bis zum Nullpunkt der Scala herabschieben. Auch ist bei Verschluß der Röhren ein etwa einzulegender Gummiring nur zwischen Glas und Kapsel, nicht zwischen Glas und Rohr einzulegen, oder so dünn zu nehmen, daß seine Dicke vernachlässigt werden kann.

Der Stand der Maßröhre oder die Höhe der Flüssigkeitsschicht wird dann an der Scala an der Rückseite des Instrumentes abgelesen. Man thut wohl, einigemale einzustellen und aus den Beobachtungen das Mittel zu nehmen.

Da die Farbe der Flüssigkeit im umgekehrten Verhältniß zu der Dicke der Schicht zu derselben steht, welche erforderlich ist, um eine bestimmte Farbe hervorzubringen, und diese letztere hier durch 100 ausgedrückt ist, so erhält man die Farbe der Flüssigkeit, indem man die abgelesene Millimeterzahl in 100 dividirt. Um diese Rechnung ent-

Digitized by Google

behrlich zu machen, ist weiter unten eine Tabelle der den Ablesungen entsprechenden Farbezahlen (auf 2 Decimalstellen abgekürzt) mitgetheilt. Bei den höheren Ablesungen werden die Unterschiede der Farbe immer geringer und es sind daher auch für die Ablesungen von 100—200 nur die entsprechenden von 10 zu 10 Mm. aufgeführt. Die geringeren Unterschiede der hier gefundenen Farben gleichen die bei hellen Flüssigkeiten weniger scharfen Einstellungen (wie sie in Folge der geringeren Farbeveränderungen selbst durch bemerkliche Schichtenverlängerung unvermeidlich sind) vollkommen aus.

Die in dieser Weise gefundenen Farbezahlen sind für alle Zuckerflüssigkeiten sowie für die verschiedenen Instrumente als absolute Zahlen vergleichbar.«

»Die Reinigung des Instrumentes ist leicht auszuführen. Werden mehrere Beobachtungen nach einander gemacht, so genügt Ausgießen und dann Ausspülen mit den zu beobachtenden Flüssigkeiten selbst, zuletzt mit destillirtem Wasser. Sonst löst man die Schrauben der Ringe, welche die Farbenröhre mit der Schiebevorrichtung verbinden, nimmt die oben verbundenen Röhren II und III heraus und reinigt nun die Saft- und die Maßröhre in gewöhnlicher Weise. Wendet man destillirtes Wasser an, so ist Austrocknen nicht erforderlich. Vorkommenden Falles lassen sich auch die Deckgläschen sowie der Verband der Röhren II und III mit der Messingplatte leicht lösen.«

»Die meisten Flüssigkeiten, deren Farbebestimmung von Interesse ist, wie Dünnsäfte, Dicksäfte und dergleichen, können direct gemessen und, wenn ihr specifisches Gewicht bekannt ist, auch verglichen werden, indem man die Farbe auf ein bestimmtes Saccharimetergewicht bezieht; die geringen Abweichungen, welche bei der Vergleichung gleichartiger Säfte vorkommen, ermöglichen eine hinreichend genaue Correction. Bei besonders hellen Säften bedient man sich des halbnormalen (einfachen) Glases und bringt bei der Ablesung die erforderliche Correction an. Aehnlich verfährt man mit Säften, die so dunkel sind, daß eine

Digitized by Google

aue Einstellung der sehr dünnen Flüssigkeitsschicht nicht
l ausführbar ist, indem man deren Farbe mit der andert-
= oder doppeltnormalen vergleicht und dann passend reducirt.
Bei solchen Producten (Syrupen, Rohproducten, Me-
e), wo dies zur richtigen Einstellung nicht ausreicht,
d vorher eine Verdünnung mit Wasser auf das genau
pelte, vierfache u. s. w., ja zehn- oder zwanzigfache
lumen vorgenommen, dann wie gewöhnlich eingestellt,
abgelesene Zahl durch 2, 4, 10, 20 u. s. w. dividirt,
schließlich durch Division in 100 (oder bei Anwendung des
ppelnormalglases in 200) die betreffende Farbe gefunden.«

»Bei der Bestimmung der Farbe fester Kör-
, also namentlich bei Füllmassen und Rohzuckern,
t man eine Lösung von bekanntem absoluten
ckergehalt her, ermittelt die Farbe nach 2 und 4
berechnet dieselbe alsdann am besten und einfachsten
100 Theile reinen Zucker. Man kann sich hierzu der-
en Lösung bedienen, welche man zur Polarisation braucht
türlich vor deren Entfärbung durch Bleiessig u. s. w.),
aber dann bei der Berechnung auf 100 Zucker nicht
gefundenen Zuckergehalt der festen Substanz, sondern
absoluten Zuckergehalt der angewandten Lösung in Be-
cht zu ziehen.

Diese Methode, die ermittelten Farben auf den con-
ten Zuckergehalt von 100 zu reduciren, kann natürlich
der Untersuchung aller anderen Producte ebenfalls an-
andt werden; ebenso kann man auch die Füllmasse,
ker u. s. w. stets zu Flüssigkeiten von einer bestimmten
charimeteranzeige auflösen und deren Farbe bestim-
u. s. w. Zu beachten ist dann nur, daß, um Miß-
tändnissen vorzubeugen, bei Angabe der Farbezahl die
eichnung »für Saccharimeteranzeige x« oder »für Zucker-
alt 100« oder dergleichen hinzugefügt werde.«

Beispiele.

a) Bestimmung der Farbe der Füllmasse an einer
Durchschnitt einer bestimmten Arbeitszeit entsprechenden

Digitized by Google

Probe (zugleich als Beispiele für die Bestimmung der Farbe von Rohzucker): 13·024 Gramm zu 100 Cbcm. gelöst und filtrirt, lieferte z. B. eine Lösung, welche einerseits am Polarisationsinstrument 40 Gramm, an dem Farbenmaß 30 Mm. Ablesung ergab. Aus ersterer folgt der absolute Gehalt der Füllmasse zu 80 Procent, derjenige der Lösung zu 100 Procent, aus letzterer die Farbe zu $\frac{100}{30} = 3{\cdot}33$; demnach ist die Farbe der Füllmasse für 100 darin vorhandenen reinen Zucker 33·3.

b) Bestimmung der während der Dünnsaftfiltration bewirkten Entfärbung: Ein Durchschnittsmuster des unfiltrirten Dünnsaftes und ein solches des filtrirten werden auf das gleiche Saccharimetergewicht 10 Procent (bei gleicher Temperatur) gebracht und ihre Farbe gemessen; bei ersterem habe man 13, bei letzterem 40 abgelesen. Erstere Farbe war demnach $\frac{100}{13} = 7{\cdot}7$, letztere $\frac{100}{40} = 2{\cdot}5$. Entfernt waren also auf 7·7 der Unterschied $7{\cdot}7 - 2{\cdot}5 = 5{\cdot}2$, d. h. 67·5 Procent des Farbestoffes.

Millimeter	Farbe	Millimeter	Farbe	Millimeter	Farbe	Millimeter	Farbe
		10	10·00	20	5·00	30	3·33
1	100·00	11	9·09	21	4·76	31	3·23
2	50·00	12	8·33	22	4·55	32	3·13
3	33·33	13	7·69	23	4·35	33	3·03
4	25·00	14	7·14	24	4·17	34	2·94
5	20·00	15	6·67	25	4·00	35	2·86
6	16·67	16	6·25	26	3·85	36	2·78
7	14·29	17	5·88	27	3·70	37	2·70
8	12·50	18	5·55	28	3·57	38	2·63
9	11·11	19	5·26	29	3·54	39	2·56

Digitized by Google

Milli-meter	Farbe	Milli-meter	Farbe	Milli-meter	Farbe	Milli-meter	Farbe
40	2·50	60	1·67	80	1·25	100	1·00
41	2·44	61	1·64	81	1·24	110	0·90
42	2·38	62	1·61	82	1·22	120	0·83
43	2·33	63	1·59	83	1·20	130	0·77
44	2·27	64	1·56	84	1·19	140	0·71
45	2·22	65	1·54	85	1·18	150	0·67
46	2·17	66	1·52	86	1·16	160	0·63
47	2·13	67	1·49	87	1·15	170	0·59
48	2·08	68	1·47	88	1·14	180	0·56
49	2·04	69	1·45	89	1·12	190	0·53
						200	0·50
50	2·00	70	1·43	90	1·11		
51	1·96	71	1·41	91	1·10		
52	1·92	72	1·39	92	1·09		
53	1·89	73	1·37	93	1·08		
54	1·85	74	1·35	94	1·06		
55	1·82	75	1·33	95	1·05		
56	1·79	76	1·32	96	1·04		
57	1·75	77	1·30	97	1·03		
58	1·72	78	1·28	98	1·02		
59	1·69	79	1·27	99	1·01		

10. Bestimmung des Raffinationswerthes oder Rendements des Rohzuckers. Der Rohzucker wird nicht nach dem wirklichen Zuckergehalte gehandelt, sondern nach jener Zuckermenge, welche bei der Ueberführung desselben in consumfähige Waare (Raffination) aus demselben gewonnen werden kann. Die Berechnung des Rendements beruht auf der Thatsache, daß die Aschenbestandtheile eine ihnen proportionale Menge Zuckers an der Krystallisation hindern und somit die Bildung der Melasse bewirken. Eingehende Versuche, welche seinerzeit zu Charlottenburg durchgeführt wurden, haben ergeben, daß ein Theil Asche 5 Theile Zucker zu krystalli-

Digitized by Google

siren verhindert, das Rendement R ist daher R = Procente Zucker — (Asche × 5).

In Deutschland wird zur Berechnung des Raffinationswerthes auch der Invertzuckergehalt herbeigezogen, indem man annimmt, daß je 1 Gewichtstheil Invertzucker 2 Theile Zucker an der Krystallisation behindert; in Oesterreich erfolgt die Rendementsberechnung ausschließlich nach obiger Formel.

Beispiele. Berechnung des Rendements in Deutschland und Oesterreich.

Ein drittes Product polarisirt 91·5 und enthält 1·98 Procent Asche und 0·25 Procent Invertzucker. Das Rendement ist dann 91·5 — (1·98 × 5 + 0·25 × 2) = 81·1. Nach dem in Oesterreich üblichem Vorgange würde dieser Zucker jedoch ein Rendement von 91·5 — (1·98 × 5) = 81·6 besitzen.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Die Untersuchung der Füllmasse.

Die Füllmasse ist ein zäher Krystallbrei, welcher durch yrup (Melasse) zusammengekittet ist. Die Untersuchung er- lgt mit geringen Abweichungen analog wie jene des Roh- ckers.

1. Bestimmung des Zuckers. 26·048 Gramm oder n Vielfaches werden abgewogen und in einen 100 Cbcm., ziehungsweise einem Kolben von dem abgewogenen Viel- chen des Normalgewichtes entsprechenden Volumen, gespült. a sich die Füllmasse ihrer zähen, klebrigen Beschaffenheit egen nicht direct mit Wasser in den Kolben spülen läßt, uß sie vorerst in der Neusilberschale mit warmem Wasser rchfeuchtet und mittelst eines Glasstabes zu einem dünnen rei angerührt werden. Die weitere Behandlung ist gleich r auf Seite 151 ff. für Rohzucker angegebenen.

2. Bestimmung des Invertzuckers. Dieselbe er- lgt gewichtsanalytisch nach Seite 157 ff.

Bei Anwesenheit geringerer Mengen Invertzucker (bis 5%) wird nach Herzfeld vorgegangen, bei größeren uantitäten wendet man die Meißl'sche Tabelle an.

3. Bestimmung der Raffinose. Dieselbe erfolgt f optischem Wege, genau nach dem auf Seite 161 ange- benen Verfahren, unter Benützung der Raffinose-Formel.

4. Bestimmung des Wasser- und Trockensub- anzgehaltes (siehe auch w. u.). Würde Füllmasse in der i Rohzucker angegebenen Weise getrocknet werden, so würde an sehr ungenaue Resultate erhalten, da die Füllmasse rer Klebrigkeit wegen das Wasser nur unvollständig ab-

Digitized by Google

giebt. Um den Wassergehalt richtig zu ermitteln, muß die Füllmasse in Wasser gelöst, mit Sand zu einem Breie verrührt und schließlich bis zur Gewichtsconstanz getrocknet werden. Die Ausführung geschieht folgendermaßen:

Gut ausgeglühter und vollkommen trockener Quarzsand (ca. 20 Gramm) wird in ein Metallschälchen von ca. 5 Cm. Durchmesser und 2·5—3 Cm. Tiefe gefüllt und nebst einem kleinen Stückchen Glasstab, welches später zum Verrühren dient, gewogen. Ferner wiegt man in einem Wägefläschchen (Fig. 68) ca. 2 Gramm der Füllmasse ab, löst sie in Wasser, und spült die Lösung in einer oder mehreren Portionen in das gewogene Schälchen. Nachdem man die Lösung der Füllmasse mit dem Quarzsande innig verrührt hat (das Glasstäbchen bleibt in der Schale) setzt man diese auf ein Wasserbad und verdampft unter oftmaligem Umrühren mit dem Glasstäbchen bis nahe zur Trockene. Ist schließlich die Masse ziemlich fest geworden, so rührt man nochmals kräftig durch und trocknet so lange im Wassertrockenschranke bei 100° C., bis Gewichtsconstanz erreicht ist. Dies wird in der Regel nach 24—48 Stunden der Fall sein.

Fig. 68.

Beispiel.

Gewicht des Schälchens + Sand + Glasstab + Füllmasse	46·8825 Gr.
Gewicht des Schälchens × Sand + Glasstab	45·1535 »
Gewicht der zu trocknenden Füllmasse . . .	1·7290 Gr.
Gewicht des Schälchens + Sand + Glasstab + Füllmasse	46·8825 Gr.
Gewicht des Schälchens + Sand + Glasstab + Füllmasse nach der Trocknung	46·7961 »
Gewichtsabnahme (Wasser)	0·0864 Gr.

Digitized by Google

Der Wassergehalt wird nach folgendem Ansatze berechnet:

1·729 Gr. Füllmasse enthalten 0·0864 Gr. Wasser,
100 » » » x » »

100 : 1·729 = x : 0·0864
x = 4·99 % Wasser.

Der Trockensubstanzgehalt der Füllmasse ergiebt sich aus der Differenz 100 — Wasser, in diesem Falle 100 — 4·99 = 95·01 % Trockensubstanz.

5. Bestimmung des Reinheitsquotienten. Der Reinheitsquotient ist jene Zahl, welche den Gehalt an Zucker in 100 Theilen Trockensubstanz angiebt. Sollten zwei Füllmassen (Dicksäfte, Dünnsäfte u. s. w.) miteinander verglichen werden, so kann man, wenn man blos die Polarisation, d. i. den Zuckergehalt ins Auge faßt, zu höchst unrichtigen Resultaten kommen. Es kann z. B. der Fall eintreten, daß beide Füllmassen gleichen Zuckergehalt besitzen; scheinbar sind sie dann von gleicher Beschaffenheit, von gleicher Reinheit. Um sich aber hierüber ein richtiges Urtheil zu bilden, muß man den Zuckergehalt beider Füllmassen auf wasserfreie Substanz, Trockensubstanz, berechnen. Jene Füllmasse, welche dann einen höheren Zuckergehalt in 100 Theilen Trockensubstanz (Reinheitsquotienten) besitzt, ist die werthvollere, dieselbe wird weniger organischen und anorganischen Nichtzucker besitzen.

Beispiel:

Füllmasse A 83·2 % Zucker . . 95·0 % Trockensubstanz
» B 80·7 » » . . 94·2 » »

$$\text{Reinheitsquotient A} = \frac{83{\cdot}2 \times 100}{95{\cdot}0} = 87{\cdot}57.$$

$$\text{Reinheitsquotient B} = \frac{80{\cdot}7 \times 100}{94{\cdot}2} = 85{\cdot}47.$$

Es kann jedoch auch der Fall eintreten, daß zwei Füllmassen (Dicksäfte u. s. w.) mit verschiedenem Gehalte an Zucker und Trockensubstanz den gleichen Reinheitsquotienten

Digitized by Google

besitzen, dann ist selbstverständlich jene als die werthvollere anzusehen, welche den höheren Zuckergehalt besitzt. Wenn zu entscheiden ist, welche von zwei Füllmassen, jene mit geringerem Zuckergehalte aber höherem Quotienten, oder jene mit höherem Zuckergehalte aber niedererem Quotienten die werthvollere ist, wendet man am vortheilhaftesten die Stammer'sche Werthzahl an. Diese beruht auf der ziemlich wahrscheinlichen Annahme, daß der Werth einer Füllmasse (Dicksaft u. s. w.) dem Zuckergehalte und dem Reinheitsgrade direct proportional ist. Man ermittelt dieselbe daher durch Multiplication der Procente Zucker mit dem Quotienten.

Beispiel:

Füllmasse A 83·2 % Zucker, 95·0 % Trockensubstanz, Quotient = 87·57.

Füllmasse B 82·9 % Zucker, 93·7 % Trockensubstanz, Quotient = 88·47.

Die Stammer'sche Werthzahl beträgt dann

bei A $83{\cdot}2 \times 87{\cdot}57 = 7285{\cdot}8$,

bei B $82{\cdot}9 \times 88{\cdot}47 = 7334{\cdot}16$.

Es besitzt somit die Füllmasse B einen höheren Werth als A.

Rasche Bestimmung des Reinheitsquotienten nach der Verdünnungsmethode. Soll, was insbesondere im Fabriksbetriebe oft wünschenswerth erscheint, der Reinheitsquotient rasch bestimmt werden, so verfährt man am besten in der von J. Čuřin angegebenen Weise. Dieselbe besteht in Folgendem.

Das einfache Normalgewicht der Füllmasse wird in einen gewogenen Polarisationskolben von 100 Cbcm. gebracht; derselbe ist mit einer zweiten Marke für 105 Cbcm. versehen. Man löst die Füllmasse in mäßig warmem Wasser und füllt bis 100 Cbcm. auf. Hierauf wird der Kolben sammt Inhalt gewogen. Aus dem absoluten Gewichte der Lösung und deren Volumen (100 Cbcm.) bestimmt man

Digitized by Google

ihr specifisches Gewicht. Wenn 100 Cbcm. Lösung 109·549 Gramm wiegen, so ist das specifische Gewicht 1·09549, entsprechend 22·70° Balling. Man setzt hierauf $1^1/_2$—2 Cbcm. Bleiessig zu, füllt bis zur Marke von 105 Cbcm. auf, schüttelt gut durch, filtrirt und polarisirt. Liest man z. B. im Polarisationsapparate 83·45° ab, so ist die Polarisation der ursprünglichen Füllmasse (da 26·048 Gramm nicht auf 100, sondern auf 105 Cbcm. gebracht wurden) $83{\cdot}45 + {}^1/_{20} = 87{\cdot}6\ \%$.

Die Berechnung des Quotienten kann nun auf zweierlei Weise erfolgen:

1. Wenn 109·549 Gramm Lösung 87·62 polarisiren, so polarisiren 26·048 Gramm Lösung $\frac{26{\cdot}048 \times 87{\cdot}622}{109{\cdot}549} =$ 20·834, und da das specifische Gewicht von 1·09549 20·70° Balling entspricht, ergiebt sich der Reinheitsquotient der Lösung, und somit auch jener der Füllmasse aus dem Ansatze

$$\frac{100 \times 20{\cdot}834}{22{\cdot}70} = 91{\cdot}78,$$

und die ursprüngliche Trockensubstanz (Saccharometerprocente) der Füllmasse beträgt:

$$\frac{100 \times 87{\cdot}622}{91{\cdot}78} = 95{\cdot}472.$$

2. Bei einer Verdünnung von 26·048 Gramm zu 109·549 Gramm beträgt der Factor der Verdünnung $\frac{109{\cdot}549}{26{\cdot}048} =$ 4·20566. Durch Multiplication der dem specifischen Gewichte entsprechenden Trockensubstanz von 22·7° Balling mit diesem Verdünnungsfactor erhalten wir die ursprüngliche Trockensubstanz von 95·47 %. Aus folgender Tabelle sind zur Abkürzung vorstehender Rechnung gleich die dem jeweiligen Gewichte von 100 Cbcm. Lösung (26·048 Gramm Füllmasse zu 100 Cbcm.) entsprechenden Grade Balling, sowie die sich daraus ergebende Trockensubstanz der Füllmasse zu entnehmen.

Digitized by Google

(Grade Balling) scheinbare Trockensubstanz der Lösung	Gewicht von 100 Cubikcentimetern	(Grade Balling) scheinbare Trockensubstanz der Füllmasse	(Grade Balling) scheinbare Trockensubstanz der Lösung	Gewicht von 100 Cubikcentimetern	(Grade Balling) scheinbare Trockensubstanz der Füllmasse	(Grade Balling) scheinbare Trockensubstanz der Lösung	Gewicht von 100 Cubikcentimetern	(Grade Balling) scheinbare Trockensubstanz der Füllmasse
22·10	109·276	92·71	22·50	109·458	94·55	22·90	109·640	96·39
22·12	109·285	92·80	22·52	109·467	94·64	22·92	109 649	96·48
22·14	109·294	92·89	22·54	109·476	94·73	22·94	109·658	96·57
22·16	109·303	92·98	22·56	109·485	94·82	22·96	109·667	96·66
22·18	109·312	93·08	22·58	109·494	94·92	22·98	109·676	96·76
22·20	109·321	93·17	22·60	109·503	95·01	23·00	109·686	96·85
22 22	109·330	93·26	22·62	109·512	95·10	23·02	109·695	96·94
22·24	109·339	93.35	22·64	109·521	95·19	23·04	109·704	97·03
22·26	109·348	93·45	22·66	109·530	95·28	23·06	109·713	97·12
22·28	109·357	93·54	22·68	109·539	95·38	23·08	109·722	97·22
22 30	109·367	93·63	22·70	109·549	95·47	23·10	109·732	97·31
22·32	109·376	93·72	22·72	109·558	95·56	23·12	109·741	97·40
22·34	109·385	93 81	22·74	109·567	95·65	23·14	109·750	97·49
22 36	109·394	93·91	22·76	109·576	95·74	23·16	109·759	97·58
22·38	109·403	94·00	22·78	109·585	95·84	23·18	109·768	97·68
22·40	109·412	94·09	22·80	109·595	95·93	23·20	109·777	97·77
22·42	109·421	94·18	22·82	109·604	96·02	23·22	109·786	97·86
22 44	109·430	94·27	22·84	109·613	96·11	23·24	109·795	97·95
22·46	109·439	94·37	22·86	109·622	96·20	23·26	109·804	98·04
22·48	109·448	94·46	22·88	109·632	96·30	23·28	199·813	98·13

Die Benützung dieser Tabelle erhellt aus folgendem Beispiele:

Gewicht des Kolbens sammt Inhalt . . 123·971 Gr.
» » » . . . . . 14·322 »
Gewicht der 100 Cbcm. Lösung . . . 109·649 Gr.

Diesem Gewichte entspricht nach der Tabelle eine Trockensubstanz von 96·48 %.

Digitized by Google

Die mit Bleiessig gefällte und auf 105 Cbcm. ver-
ünnte Lösung polarisirt 84·3, somit die Füllmasse 84·3 +
21 = 88·51 %, der Quotient beträgt dann 91·74.

Es ist wohl zu merken, daß die nach Čuřin's Vor-
ng ermittelten Quotienten nicht vollkommen identisch sind
it jenen, welche mit Benützung der durch Austrocknen der
üllmasse sich ergebenden Trockensubstanz berechnet sind.
iese sind »wirkliche« Reinheitsquotienten, während die nach
uřin ermittelten »scheinbare« Quotienten sind. Die nähere
rklärung dieser Ausdrücke wird sich im nächsten Abschnitte
geben. Absolut richtige Zahlen lassen sich nach dieser
ethode also nicht erhalten, da z. B. bei derselben die
ontraction, welche beim Auflösen der Füllmasse in Wasser
ntritt, nicht berücksichtigt wird. Doch wird sie immerhin
i Fabriksbetriebe, wo es sich vor Allem darum handelt,
sch untereinander vergleichbare Resultate zu erhalten, ge-
iß gute Dienste leisten.

5. Bestimmung der Asche. Dieselbe erfolgt nach der
rbonat- oder Sulfatmethode in der auf Seite 166, be-
ehungsweise 167 angegebenen Methode. Nach letzterem Ver-
hren wird die Füllmasse (5 Gr.) mit Schwefelsäure
rchfeuchtet und in der Muffel verbrannt. Wie bei jeder
schenbestimmung nach der Sulfatmethode ist auch hier ein
ehntel für das Mehrgewicht der Schwefelsäure in Abzug
bringen.

6. Der Gehalt an organischen Nichtzuckerstoffen
giebt sich aus der Differenz 100 — (Zucker + Wasser +
sche).

7. Reaction, Gehalt an schwefeliger Säure
nd Farbe wird genau nach dem im Abschnitte »Untersuchung
s Rohzuckers« Gesagten ermittelt.

Digitized by Google

Dritter Abschnitt.

Die Untersuchung von Dünnsäften, Dicksäften und Syrupen.

Der Rübenrohsaft wird in der Weise gereinigt, daß er, mit Kalk bei höherer Temperatur versetzt, geschieden wird. Der überschüssige Kalk wird dann mit Kohlensäure ausgefällt, saturirt, der resultirende Saft von hellgelber Farbe führt den Namen Dünnsaft. Wird der Dünnsaft in eigenen Apparaten (Verdampfapparaten) auf eine Dichte von 50 bis 60° Beaumé eingedickt, so führt er den Namen Dicksaft.

1. Bestimmung des specifischen Gewichtes. Bei Dünnsäften kann die Ermittlung des specifischen Gewichtes mittelst der Spindel, der Senkwage oder des Pyknometers erfolgen, bei Dicksäften ist nur die letztere Bestimmungsart zulässig, da sie ihrer Zähflüssigkeit wegen bei Benützung der Spindel oder der Senkwage keine richtigen Resultate ergeben würden. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes mittelst des Pyknometers erfolgt in der Weise, daß ein genau nachgeaichtes, 50 Cbcm. fassendes Kölbchen mit dem auf 17·5 Grad C. abgekühlten Safte gefüllt und gewogen wird. Das Gewicht der Flüssigkeit dividirt durch den Inhalt des Kölbchens, ausgedrückt in Grammen Wasser (50 Gr.), ergiebt das specifische Gewicht. Wären Dünn- und Dicksäfte vollkommen reine Zuckerlösungen, so würden die Grade Balling, welche aus der Tabelle auf Seite 97 ff. zu entnehmen sind, direct den Zuckergehalt oder die Trockensubstanz des Saftes angeben. Dies trifft jedoch nicht zu, da die Säfte nicht vollkommen rein sind und außer Zucker

Digitized by Google

ch organische und anorganische Nichtzuckerstoffe in Lösung halten. Diese beeinflussen jedoch ebenfalls die Größe des cifischen Gewichtes und die Anzeigen der Spindel, und ar in anderer Weise als Zucker. Man bezeichnet daher Anzeigen der Ballingspindel oder des Saccharometers, ie das specifische Gewicht, auf Grade Balling berechnet, scheinbaren Trockensubstanzgehalt des Saftes.

Der thatsächliche (wirkliche) ockensubstanzgehalt läßt sich nur rch Trocknung einer gewogenen enge Saftes nach dem innigen rmischen mit Quarzsand bestimmen.

Fig. 69.

2. Bestimmung des Zucker-halte s. Derselbe wird bei Dick-ten und Dünnsäften genau, wie ersten Abschnitte beschrieben er-ttelt. Bei Dünnsäften, nicht aber Dicksäften und Syrupen, kann Bestimmung auch nach der aßmethode geschehen. Die Maß-ethode besteht darin, daß die zu larisirende Substanzmenge nicht gewogen, sondern abgemessen wird. s eigener Tabelle läßt sich dann, ter Berücksichtigung der Grade alling, der Zuckergehalt ermitteln.

Die Ausführung der Maßmethode geschieht folgen-rmaßen: Ein mit zwei Marken (100 und 110 Cbcm.) ver-enes Kölbchen (Fig. 69) wird bis zur ersten Marke mit ast gefüllt, nachdem dessen specifisches Gewicht mit dem hknometer, oder direct Grade Balling mittelst der Spindel nittelt worden sind. Hierauf wird der Raum bis zur arke 110 Cbcm. mit Bleiessig zur Klärung aufgefüllt, der lbeninhalt durch Umschütteln gut gemischt und durch ein ockenes Faltenfilter in ein trockenes Glas filtrirt. Das ltrat wird im 200 Mm. langen Rohre polarisirt. Die der Scala des Apparates abgelesene Zahl giebt jedoch

Digitized by Google

in diesem Falle nicht Procente Zucker an, sondern nur die Drehung, welche dem im untersuchten Safte enthaltenen Zucker proportional ist. Um dieselbe in Volumprocente, d. h. den Zuckergehalt in 100 Cbcm. Saft umzurechnen, ist die Drehung mit 0·26048 zu multipliciren. Ueberdies ist, da der Saft um $^1/_{10}$ seines Volumens durch den Bleiessigzusatz verdünnt wurde, dieser Betrag noch um ein Zehntel zu vergrößern.

Beispiel. 100 Cbcm. Saft mit 10 Cbcm. Bleiessig geklärt, polarisiren in einem deutschen Apparate 60·1 Grad.

$$60{\cdot}1 \times 0{\cdot}26048 = 15{\cdot}65$$
$$1{\cdot}565$$
$$17{\cdot}215\ \%$$ Zucker in 100 Cbcm. Saft.

Um diese Zahl auf Gewichtsprocente umzurechnen, muß sie durch das specifische Gewicht des untersuchten Saftes dividirt werden. Angenommen, der Saft besitze ein specifisches Gewicht von 1·0864, so ist sein Zuckergehalt in Gewichtsprocenten:

$$\frac{17{\cdot}22}{1{\cdot}0864} = 15{\cdot}85\ \%\ \text{Zucker.}$$

Da derartige Untersuchungen in Fabriksbetrieben täglich in großer Zahl auszuführen sind, wurden Tabellen berechnet, welche direct die Ablesung von Gewichtsprocenten Zucker ohne Rechnung gestatten, wenn die Drehung des Saftes und die Grade Balling bekannt sind.

Eine derartige Tabelle (siehe Anhang, Tabelle V) wurde von Schmitz berechnet, und zwar unter Berücksichtigung der Klärung mit $^1/_{10}$ Volumen Bleiessig und des für verschiedene Concentrationen verschiedenen optischen Drehungsvermögens des Rohrzuckers.

Die Berechnung des Zuckergehaltes in Gewichtsprocenten erfolgt nach folgendem Beispiele: Abgelesene Drehung 60·1, Grade Brix = 20·7. Man sucht nun in dieser Tabelle die 20·7 Grad Brix am nächstliegenden Grade Brix, dies sind 20·5 Grad Brix, und sucht den Schnittpunkt

Digitized by Google

der Angabe von 60 Grad am Polarimeter. Dieser ist 82 Grad. In der linksstehenden Tabelle (Procente Brix 11·5 bis 22·5) findet man für 0·1 Grad Polarimeter-eige 0·03 %, diese sind der erstgefundenen Zahl zu-ählen: $15·82 + 0·03 = 15·85\%$.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes kann selbst-tändlich auch hier mit der Ausführung der Maßmethode einigt werden, indem man das Kölbchen leer und nach Füllung mit 100 Cbcm. Saft wiegt. Das so ermittelte vicht von 100 Cbcm. durch 100 dividirt ergiebt das ifische Gewicht.

3. Invertzucker wird nach den auf Seite 157 ge-enen Vorschriften gewichtsanalytisch ermittelt.

4. Raffinose wird nach der Inversion unter Be-ung der Formel (siehe Seite 161)

$$R = \frac{P - Z}{1·852}$$

immt.

5. Der Wasser- und Trockensubstanzgehalt wird h Seite 185 durch Vermengen des Saftes mit viel Quarz-d und Trocknen bis zur Constanz des Gewichtes er-en.

6. Die Bestimmung des Reinheitsquotienten. wurde in diesem Abschnitte schon ausgeführt, daß die gabe der Ballingspindel oder der nach dem auf irgend e Weise erhobenen specifischen Gewichtes ermittelten Grade lling als scheinbare Trockensubstanz bezeichnet werden. m Unterschiede von dieser nennt man die gewichtsana-ische, durch Austrocknung mit Quarzsand erhobene Zahl rkliche Trockensubstanz. Je nachdem nun mit Hilfe einen oder anderen Zahl der Reinheitsquotient des ftes erhoben wird, gelangt man zu dem scheinbaren oder klichen Reinheitsquotienten.

Beispiel. Ein Saft polarisirt 16·0, die scheinbare ockensubstanz entspricht 17·1, die wirkliche 16·7 Grad lling.

Digitized by Google

Die scheinbare Reinheit beträgt dann $\frac{16{\cdot}0 \times 100}{17{\cdot}1} = 93{\cdot}56$,

die wirkliche $\frac{16{\cdot}0 \times 100}{16{\cdot}7} = 95{\cdot}80$.

Die scheinbare und wirkliche Stammer'sche Werthzahl beträgt in diesen beiden Fällen:

$16{\cdot}0 \times 93{\cdot}56 = 1496{\cdot}96$
$16{\cdot}0 \times 95{\cdot}80 = 1532{\cdot}80$.

7. Der Aschengehalt wird entweder nach der Carbonat- oder Sulfatmethode erhoben. Die Säfte (höchstens 4—6 Gramm) werden vorerst im Wasserbade zur Trockene verdampft und dann bei niederer Temperatur verkohlt, mit Wasser ausgelaugt u. s. w., oder nach dem Eintrocknen mit concentrirter Schwefelsäure durchfeuchtet und bei schwacher Rothglut verascht. Vom Aschengewichte ist bei Anwendung der Sulfatmethode $^1/_{10}$ in Abzug zu bringen.

8. Die organischen Nichtzuckerstoffe werden aus der Differenz 100 — (Zucker + Wasser + Asche) ermittelt.

9. Bestimmung der Reaction und Alkalinität. Dieselbe erfolgt genau, sowohl qualitativ als auch quantitativ, nach dem im ersten Abschnitte (Seite 173) angegebenen Verfahren. Man verwendet zweckmäßig eine größere Menge des Saftes zur Titrirung, am besten spült man den Inhalt des Pyknometerkölbchens, in welchem die Bestimmung des specifischen erfolgte, in die Schale und titrirt denselben. Das Gewicht dieser Flüssigkeitsmenge ist dann schon genau bekannt. Bei dünnflüssigen Säften kann man auch in der Weise vorgehen, daß z. B. 50 Cbcm. mittelst einer genauen Pipette abgemessen und titrirt werden. Durch Multiplication der abgemessenen Cubikcentimeter mit dem specifischen Gewichte (welches z. B. mittelst des Saccharometers oder der Senkwage erhoben wurde) erfährt man das absolute Gewicht derselben.

Besitzt ein Dicksaft oder Grünsyrup eine zu hohe Alkalinität, welche durch Kalk (Ca O) hervorgerufen wird, so

Digitized by Google

nen, sobald der Dicksaft verkocht wird, die vorhandenen lkverbindungen die höchst unangenehme Erscheinung des ttkochens hervorrufen, welche darin besteht, daß der Saft Vacuum gleich einer Masse geschmolzenen Fettes ruht d durch nichts zum Sieden zu bringen ist. Diese Er- einung läßt sich dadurch umgehen, daß man einen Theil s Kalkes aus dem Safte entfernt. Dies läßt sich durch utralisiren des Saftes erzielen. Hierbei werden die Kalk- bindungen zerlegt und der Kalk entweder in Form un- licher Verbindungen entfernt oder doch in neutrale rbindungen übergeführt. Ersteres erreicht man durch utralisation mit Phosphorsäure, theilweise auch mit hwefelsäure, letzteres durch Anwendung von Salzsäure.

10. Berechnung der zuzusetzenden Säuremenge. eselbe muß auf Grund der vorher ermittelten Alkalinität s Saftes erfolgen, überdies darf der Saft niemals utral oder sauer werden, sondern muß stets in geringem aße alkalisch verbleiben. Es darf daher nicht aller Kalk sgeschieden werden. Kalk und Phosphorsäure setzen sich folgender Weise um:

$$3\,CaO + 2\,H_3PO_4 = Ca_3(PO_4)_2 + 3\,H_2O.$$

Kalk — Phosphorsäure — dreibasisch-phosphors. Kalk — Wasser

Nach dieser Gleichung benöthigen 168 Gramm Kalk 3 88 Gramm Phosphorsäure, um in unlöslichen dreibasisch- osphorsauren Kalk übergeführt zu werden.

Beispiel. Ein Grünsyrup besitzt eine Alkalinität von 25 % CaO, und soll auf 0·05 % CaO gebracht werden. e zu neutralisirende Menge betrage 6000 Kg. Aus je 0 Gr. sind 0·20 Gr. CO zu entfernen, aus 1000 Gr. her 2·0 Gr. In den 6000 Kg. sind daher $2{\cdot}0 \times 6000$ 12·0 Kg. CaO in $Ca_3(PO_4)_2$ überzuführen. Die zur Ver- gung stehende Phosphorsäurelösung besitze ein specifisches wicht von 1·476 und besitzt daher (siehe Anhang, Tabelle IV) en Gehalt von 65·00 Gewichtsprocenten Phosphorsäure.

Digitized by Google

In 100 Gr. Phosphorsäure sind daher 65 Gr. H_3PO_4 enthalten.

Zur Neutralisation von 168 Gr. Kalk sind 293·88 Gr. H_3PO_4 erforderlich
» » » 12000 » » » X » » ?

$12000 : 168 = X : 293{\cdot}88$
$X = 20{\cdot}991$ Gr. $= 20{\cdot}991$ Kg H_3PO_4.

In 1000 Gr. der Phosphorsäurelösung sind 650 Gr. H_3PO_4 enthalten
» X » » » » 20991 » » ?

$X : 1000 = 20991 : 650$
$X = 32293$ Gr. $= 32{\cdot}293$ Kg.

Wird die Neutralisation mit Schwefelsäure vorgenommen, so verläuft sie nach der Gleichung:

$$CaO + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2O.$$

56 Gr. Kalk benöthigen daher 116 Gr. H_2SO_4 oder 50 Gr. Schwefelsäureanhydrid zur Neutralisation. Der Gehalt der käuflichen Schwefelsäure an Schwefelsäureanhydrid, beziehungsweise Schwefelsäurehydrat (H_2SO_4) bei bekanntem specifischen Gewichte ist aus Tabelle III (Anhang) zu entnehmen, die Berechnung erfolgt nach obigem Beispiele.

Zur Neutralisation mit Salzsäure:

$$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O$$

benöthigen 56 Gr. Kalk 72·74 Gr. Salzsäuregas. Der Gehalt der Salzsäure des Handels an Salzsäuregas ist, soferne ihr specifisches Gewicht bekannt ist (siehe Abschnitt: Salzsäure), aus der Tabelle auf Seite 279 zu ersehen.

11. Die Bestimmung der Farbe erfolgt nach Seite 177. Es wurden z. B. 10 Gr. eines Dicksaftes von 50·0 % Zucker zu 100 Cbcm. gelöst und, nachdem die sehr dunkle Lösung auf 200 Cbcm. verdünnt wurde, nach Einlegung des doppelten Farbenglases in Stammer'scher Farbenmasse untersucht. Abgelesen wurden 40·0 Mm. Da die Lösung auf 200 Cbcm. verdünnt wurde, ist diese Zahl

Digitized by Google

zu halbiren und 200 (da die doppelte Normalfarbe zur Anwendung kam) durch dieselbe zu dividiren.

$$200 : 20 = 10.$$

10 Gr. Dicksaft enthalten 5 Gr. Zucker. Auf 100 Theile Zucker bezogen, ergiebt sich daher die Farbe zu:

$$\frac{100 \times 5}{10} = 50{\cdot}0.$$

Digitized by Google

Vierter Abschnitt.

Untersuchung des Rübensaftes.

Der Rübensaft ist eine höchst unreine Zuckerlösung, denn außer Zucker, Wasser und Asche sind in demselben noch die organisch fremden Stoffe in sehr großer Menge vorhanden, unter diesen vielfach solche, welche ebenfalls optisch activ sind, oder die Fähigkeit besitzen, alkalische Kupferoxydlösungen zu reduciren. Auf diese Stoffe ist daher bei der Untersuchung besondere Rücksicht zu nehmen, sollen nicht falsche Resultate erhalten werden.

1. Bestimmung des specifischen Gewichtes. Dieses wird mittelst der Balling-Spindel, der Senkwage oder eines Pyknometers (50 Cbcm.-Kölbchen) erhoben. Es ist hierbei darauf Rücksicht zu nehmen, daß der Rübensaft, besonders dann, wenn er durch Pressen (siehe Abschnitt Untersuchung der Rübe) erhalten wurde, stets innig mit Luft gemengt ist. Läßt man den Saft einige Zeit stehen, so steigen die Luftblasen an die Oberfläche des Saftes und bilden einen dichten Schaum, welcher sich ohne Schwierigkeit entfernen läßt. Rascher erfolgt die Entluftung, wenn der zu untersuchende Saft in eine Flasche gefüllt und der in derselben freibleibende Raum mittelst einer Luftpumpe evacuirt wird. Die Luftblasen steigen dann sehr rasch an die Oberfläche. Ist die Flasche in der Nähe des Bodens mit einem Ablaßrohre, welches durch einen Hahn verschlossen wird, versehen, so kann man durch dieses vollkommen luftfreien Saft abziehen.

2. Bestimmung des Zuckers. Dieselbe erfolgt nach der Maßmethode unter Verwendung der angeführten

Digitized by Google

abellen, oder nach der Gewichtsmethode, Einwage
on 26·048 Gramm oder eines Vielfachen.

Wird zur Klärung eine zu große Menge Bleiessig ge-
ommen, so kann der Fall eintreten, daß ein Theil der
ogeschiedenen Nichtzuckerstoffe neuerdings in Lösung geht
nd daher der Erfolg der Klärung vermindert wird.

Zur Ausführung genauer Zuckerbestimmungen im
übensafte empfiehlt sich daher die Anwendung der Alkohol-
ethode nach Sickel. Bei derselben wird die Klärung
it wenig Bleieissig vorgenommen; die Resultate sind stets
iederer als wie bei Anwendung der oben angeführten ge-
öhnlichen Methoden.

Methode Sickel. Man nimmt von dem Rübensafte,
essen specifisches Gewicht genau bekannt ist, 25 Cbcm., füllt
ese in ein 100 Cbcm.-Kölbchen und setzt so viel absoluten
lkohol zu, daß das Kölbchen zu $^2/_3$ bis $^3/_4$ seines In-
altes gefüllt erscheint. In einem Wasserbade wird nun der
olbeninhalt zum Kochen gebracht und sobald dies einge-
eten ist, rasch abgekühlt. Hierauf fügt man 4—5 Tropfen
leiessig hinzu, füllt mit absolutem Alkohol auf, schüttelt
m und wartet die Contraction ab. Dann stellt man mit
bsolutem Alkohol genau bis zur Marke ein. Schließlich
ird filtrirt und polarisirt. Die Polarisation erfolgt am
ortheilhaftesten im 400 Mm. langen Rohre, selbstver-
ändlich in einem Apparate mit vollkommener Scala. Bei
nwendung eines 400 Mm. langen Rohres sind die Pola-
sationsgrade mit 2, bei Anwendung eines 200 Mm.-
ohres mit 4 zu multipliciren. Aus Tabelle I (Anhang)
rgiebt sich dann direct der Zuckergehalt, die Zuzählung
nes Zehntels unterbleibt selbstverständlich in diesem
alle, d. h. der der Tabelle entnommene Zuckergehalt in
rocenten ist um ein Zehntel zu verkleinern.

Wird der zu polarisirende Saft eingewogen, so
ird er mit absolutem Alkohol aus der Neusilberschale in
en Kolben gespült und mit 1 bis 2, bei Anwendnng des
$^1/_2$-fachen Normalgewichtes und eines 250 Cbcm.-Kolbens
it 3—4 Cbcm. Bleiessig geklärt. Die weitere Behandlung

Digitized by Google

erfolgt genau in der oben angegebenen Weise. Wird das Filtrat schließlich im 200 Mm.-Rohre polarisirt, so entsprechen die in der Scala abgelesenen Grade direct Procenten Zucker; bei Anwendung eines 400 Mm. langen Rohres ist die Ablesung durch zwei zu dividiren.

In der Regel wird man in den Resultaten keine Differenzen finden, wenn man den mit Alkohol verdünnten Saft nicht erwärmt, sondern denselben, nachdem er einige Zeit gestanden hat, filtrirt und polarisirt. Wird bei einer größeren Reihe von Saftuntersuchungen, wie sie im Fabrikslaboratorium häufig auszuführen sind, immer nach dieser Methode (ohne Erwärmung) gearbeitet, so wird man jedenfalls brauchbare gleichmäßige und untereinander vergleichbare Resultate erhalten.

Da nach Untersuchungen von Degener sich jedoch manche Rübensäfte verschieden verhalten, je nachdem dieselben in der Wärme oder Kälte geklärt wurden, sollte man dort, wo es die Zeit erlaubt und wo es sich um besondere Genauigkeit handelt, die Erwärmung niemals unterlassen.

Bei der Untersuchung von Rübensäften tritt häufig der Fall ein, daß sich die ursprünglich klaren Filtrate rasch trüben, anfangs roth und später ganz schwarz werden. Solche Säfte sind dann selbstverständlich unbrauchbar. Nach einer Untersuchung von A. Frolda*) lassen sich solche nachgedunkelte Säfte in der Weise wieder zur Polarisation geeignet machen, daß man dieselben mit 1—2 Tropfen concentrirten Ammoniak versetzt. Es fällt dann der dunkle Farbstoff, welcher durch Oxydation des farblosen Chromogens durch den Luftsauerstoff entstanden ist, in Form eines flockigen Niederschlages aus, welcher sich leicht abfiltriren läßt. Das resultirende Filtrat ist dann gewöhnlich von genügender Helligkeit, um polarisirt werden zu können. Der Zusatz von 1—2 Tropfen Ammoniak beeinflußt die Polarisation in keiner Weise, eine größere Menge ist jedoch zu vermeiden, da sonst unlösliche Bleisaccharate entstehen könnten.

*) Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirthschaft, 1891.

Digitized by Google

3. Bestimmung des Invertzuckers. Es wurde
hon auf die Anwesenheit reducirender Nichtzuckerstoffe im
übensafte hingewiesen. Vollkommen lassen sich dieselben,
hne daß gleichzeitig eine Zerstörung des Invertzuckers ein-
itt, wie dies beispielsweise bei einer Scheidung mit Aetz-
lk der Fall wäre, nicht entfernen, jedenfalls wird man
ber Resultate erhalten, welche wenigstens annähernd dem
atsächlichen Invertzuckergehalte entsprechen, wenn in dem
ach Sickel (siehe oben) mit Alkohol und wenig Bleiessig
klärten Filtrate der Invertzucker nach Meißel (siehe
eite 132) bestimmt wird.

Die Ausführung geschieht dann folgendermaßen:

65·120 Gramm Saft (das $2^1/_2$-fache Normalgewicht)
erden in einem 250 Cbcm.-Kolben nach der oben gege-
enen Vorschrift mit Alkohol und Bleiessig geklärt. Vom
aren Filtrate nimmt man eine solche Menge, daß der
nvertzuckergehalt in derselben 0·25 % nicht übersteigt. Dies
ird in der Regel bei schließlicher Anwendung von einem,
0 Gramm Saft entsprechenden Volumen nicht mehr der Fall
in. Man pipettirt also 76·8 Cbcm. des Filtrates (=
0 Gramm Saft) in eine Porzellanschale, verjagt durch
rwärmen auf dem Wasserbade den Alkohol, spült den
nhalt der Schale in ein 100 Cbcm.-Kölbchen, entbleit durch
usatz von schwefelsaurem Natron, füllt bis zur Marke auf,
hüttelt kräftig durch, filtrirt durch ein trockenes Falten-
lter und kocht 50 Cbcm. des klaren Filtrates (= 10 Gramm
aft) während 2 Minuten in einen Erlenmeyerkolben mit
0 Cbcm. Fehling'scher Lösung. Das ausgeschiedene Kupfer-
xydul wird durch ein gewogenes Soxhlet'sches Asbestfilter-
öhrchen abfiltrirt, reducirt und gewogen.

Beispiel: Asbestfilterröhrchen + Kupfer 26·2725 Gramm
Asbestfilterröhrchen . . . 26·1725 »
Kupfer . . . . . 0·1000 Gramm.

Aus der Meißel'schen Tabelle auf Seite 132 ergiebt
ch, daß 100 Milligramm Kupfer 52·1 Milligramm In-
ertzucker entsprechen. Diese sind also in 10 Gramm Saft

Digitized by Google

enthalten. 100 Gramm Saft enthalten daher eine zehnmal so große Menge, also 0·521 Gramm, oder 0·521 % Invertzucker, bezw. reducirende Substanzen als Invertzucker berechnet.

Würde das ausgewogene Kupfer weniger wiegen als 90 Milligramm, so hat man, da die Tabelle erst bei 90 Milligramm beginnt, die Concentration der Lösung derart zu wählen, daß 50 Cbcm. einer größeren Saftmenge als 10 Gramm, z. B. 20 oder 25 Gramm entsprechen.

Annähernd kann in Rübensäften die Bestimmung des Invertzuckers auch in der Weise titrimetrisch erfolgen,*) daß man in eine Reihe von Reagenzgläsern 5 Cbcm. Fehling'scher Lösung (bei sehr geringem Gehalte an reducirendem Zucker nur 1 Cbcm. Fehling'scher Lösung, zweckmäßig mit etwas Wasser verdünnt) bringt und dann der Reihe nach 1, 2, 3 ꝛc. Cbcm. des zu prüfenden Saftes zufügt, aufkocht und einige Zeit im Sieden erhält, dann gleich filtrirt, das Filtrat mit Essigsäure stark ansäuert und mit Ferrocyankaliumlösung versetzt. In jenen Proben, in welchen noch nicht alles Kupfer reducirt war, erhält man dann einen braunen Niederschlag, oder eine braune Färbung, welche durch die Bildung von Ferrocyankupfer (Haschett's Braun) bewirkt wird. Als wirklich verbrauchte Zahl Cbcm. nimmt man das Mittel zwischen dem Versuch, bei welchem eben noch Kupfer mittelst Ferrocyankalium nachweisbar war und dem, bei welchem gerade keine Braunfärbung mehr eintrat. Zur Berechnung des Invertzuckergehalts nimmt man an, daß 5 Cbcm. Fehling'scher Lösung von der Zusammensetzung, wie sie auf Seite 125 angegeben ist, 0·02 Gramm Invertzucker (genauer 0·023 Gramm) entsprechen. Hat man a Cbcm. Saft auf 5 Cbcm. Fehling verbraucht, so erfährt man den Invertzuckergehalt aus der Proportion

$$a : 0{\cdot}02 = 100 : x$$

$$x \text{ (Procentgehalt an Invertzucker)} = \frac{100 \cdot 0{\cdot}02}{a}$$

*) Correspondenzblatt, II. Jahrgang Nr. 4.

Digitized by Google

Will man Rohsaft auf diese Weise untersuchen, so muß man ihn vorher mit Bleiessig klären, das überschüssig zugesetzte Blei mit einer Lösung von Schwefelsaurem Natron ausfällen und die dadurch verursachte Verdünnung in Rechnung ziehen.

4. Bestimmung der Trockensubstanz. Dieselbe kann auch hier nur in der schon in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Weise vorgenommen werden, indem eine gewogene Menge des Saftes (1—2 Gramm) mit ausgeglühtem Quarzsande vermischt und bis zur Constanz des Gewichtes getrocknet wird. Die gefundene Zahl ergiebt den thatsächlichen (wirklichen) Gehalt an Trockensubstanz, zum Unterschiede von der Angabe des Saccharometers, oder der nach dem specifischen Gewichte ermittelten scheinbaren Trockensubstanz. Dementsprechend ist auch hier die wirkliche und scheinbare Reinheit zu unterscheiden (siehe Seite 192).

Erstere ergiebt sich durch Einsetzung der Procente Zucker und der wirklichen, gewichtsanalytisch erhobenen Trockensubstanz in die Formel:

$$\text{Wirkliche Reinheit} = \frac{100 \times \text{Polarisation}}{\text{Wirkliche Trockensubstanz}}$$

letztere unter Verwendung der scheinbaren Trockensubstanz (Grade Brix oder Balling) nach der Formel:

$$\text{Scheinbare Reinheit} = \frac{100 \times \text{Polarisation}}{\text{Scheinbare Trockensubstanz (Grade Brix oder Balling).}}$$

Analog ergiebt sich dann auch die wirkliche und die scheinbare Stammer'sche Werthzahl für den Saft:

Wirkliche Werthzahl = Polarisation × wirklichen Reinheitsquotienten.

Scheinbare Werthzahl = Polarisation × scheinbaren Reinheitsquotienten.

Digitized by Google

5. Die Asche wird nach der Sulfatmethode, genauer jedoch als Carbonatasche bestimmt.

6. Der organische Nichtzucker wird aus der Differenz: 100 — (Zucker + Asche + Wasser) berechnet, z. B.:

Zusammensetzung eines Diffusionssaftes:

Zucker	9·65 %
Wasser	88·02 %
Asche	0·50 %
Organ. Nichtzucker .	1·83 %
	100·00 %.

Digitized by Google

Fünfter Abschnitt.

Untersuchung der Absüßwässer,

er von den Schnitzelpressen ablaufenden Flüssigkeit, und der Fallwässer der Condensatoren.

A. Untersuchung der Absüßwässer.

Das Absüßen hat den Zweck, den im Schlamme, owie in den außer Betrieb gesetzten Spodiumfiltern enthaltenen Zucker zu gewinnen. Es geschieht, indem man urch die Kammern der mit Schlamm gefüllten Filterpressen, eziehungsweise durch die Spodiumfilter Wasser laufen läßt, elches sich mit dem Zucker, welcher noch vorhanden ist, ereichert.

Die Absüßwässer werden je nach ihrem Zuckergehalte erschiedenen Stationen der Fabrik zugeführt; die ersten, uckerreichsten Antheile können dem Dünnsafte beigemengt erden, während die letzten, zuckerärmsten, am zweckmäßigsten ur Bereitung der Kalkmilch Verwendung finden. Jedenfalls erden die gesammten Absüßwässer wieder in den Betrieb urückgeleitet. Daher, um nämlich keine allzugroße und unöthige Verdünnung der Säfte durch diese Absüßwässer herzuführen, ist der Zucker-, beziehungsweise Trockensubstanzehalt der Absüßwässer stets genau zu überwachen. Aber auch och aus einem anderen Grunde. In den Schlammküchen owie in den Spodiumfiltern ist eine große Menge von Nichtzuckerstoffen enthalten, welche wohl in Zuckerlösungen chwer, leichter dagegen in heißem Wasser, wie dieses beim bsüßen Verwendung findet, löslich sind. Je mehr daher er Zuckergehalt des Schlammes, beziehungsweise des

Digitized by Google

Spodiums sinkt, eine desto größere Menge dieser Stoffe wird in Lösung gehen und das Absüßwasser wird immer mehr verunreinigt werden. Wird daher das Absüßen zu weit getrieben, so wird die Reinheit der Säfte, soferne dieselben wieder mit diesem an Nichtzuckerstoffen sehr reichen Wasser vermischt werden, eine Verminderung erfahren. Man muß daher das Absüßen einstellen, sobald der Zuckergehalt des Absüßwassers, beziehungsweise die diesem annähernd entsprechende Saccharometeranzeige unter eine gewisse Grenze sinkt.

1. Bestimmung des Zuckers.

Es ist zu bedenken, daß die Absüßwässer nur ganz geringe Mengen von Zucker, höchstens einige Zehntel Procent, enthalten können. Um daher bei der Zuckerbestimmung keinen zu großen Fehler zu begehen, muß man eine größere Menge zur Polarisation verwenden.

Die Ermittlung von Gewichtsprocenten Zucker wäre bei dieser, überdies nur äußerst selten vorzunehmenden Untersuchung von keinem besonderen Werthe. Man begnügt sich daher in der Regel damit, den Zuckergehalt pro Liter zu bestimmen und verfährt hierzu in folgender Weise:

500 Cbcm. der Flüssigkeit werden auf dem Wasserbade auf beiläufig 100 Cbcm. eingeengt, in einem 250 Cbcm.-Kolben gespült, und, wenn nöthig, mit einigen Tropfen Bleiessig geklärt und zur Marke mit Wasser aufgefüllt. Das klare Filtrat wird am besten im 400 Mm. langem Rohre polarisirt.

Beispiel.

500 Cbcm. Flüssigkeit auf 250 Cbcm. gebracht, polarisiren im 400 Mm.-Rohre (in einem deutschen Apparate) 4·8°. Da die Rohrlänge 400 Mm. betrug, entspricht dieser Betrag gleich der Ablenkung durch den in einem Liter enthaltenen Zucker. Um Gramme Zucker zu erhalten, ist die Drehung 4·8 mit 0·26048 zu multipliciren:

$$4{\cdot}8 \times 0{\cdot}26048 = 1{\cdot}25 \text{ Gramm Zucker im Liter}$$
$$= 0{\cdot}125 \text{ Volumprocente.}$$

Digitized by Google

2. Bestimmung der Trockensubstanz.

Diese erfolgt gewichtsanalytisch durch Trocknung einer her am Wasserbade eingeengten Flüssigkeitsmenge mit arzsand bei 100° C. Rascher jedoch, wie dies Ueberwachung der Abfüßung nöthig ist, und für diesen Zweck ziemlich genau, läßt sie mittelst eigener Spindeln bestimmen. Da der ker-, beziehungsweise Trockensubstanzgehalt ein ganz geringer ist, wendet man Spindeln deren Scala überhaupt nur von 0—5 ge- lt ist. Die Grade sind jedoch dann genügend ß, um mit vollkommener Sicherheit auch ntel-Procente ablesen und halbe Zehntel tzen zu können.

Fig. 70.

Das Abfüßen wird stets bei höherer nperatur (60—70° C.) vorgenommen. Um er der Abkühlung der Flüssigkeit auf die rmaltemperatur (17·5° C.) überhoben zu sein, det man eigene Abfüßspindeln von be- derer Einrichtung an.

Die Abfüßspindeln sind entweder bei ° C. geaicht und zeigen demnach bei dieser nperatur Procente Trockensubstanz an, oder besitzen die im Folgenden beschriebene Einrich- g. Die Theilung ist bei dieser Spindel g. 70) derart auf der Scala angebracht, s in der Mitte derselben der Nullpunkt liegt, die Scala aufwärts und abwärts in die f Grade getheilt ist. Die oberhalb des Null- ktes befindlichen Grade werden als »Minus- de« bezeichnet.

In einer fünfprocentigen Zuckerlösung von ·5° C. sinkt das Instrument bis zum Null- kte ein, in reinem Wasser von dieser Tempe- ur jedoch bis zum »Minusgrad« 5. In reinem Wasser gegen von 17·5° C. sinkt die Spindel nur bis zum Null-

Digitized by Google

punkte ein, und in einer fünfprocentigen Zuckerlösung von dieser Temperatur nur bis zum Theilstriche 5 unterhalb des Nullpunktes. Man ist daher in den Stand gesetzt, mittelst dieses Instrumentes die scheinbare Trockensubstanz des Absüßwassers sowohl während des Absüßens (solange das Wasser noch heiß ist), als auch nachdem dasselbe abgekühlt ist, zu ermitteln. Ein im Körper der Spindel angebrachtes Thermometer erlaubt gleichzeitig die Temperatur zu bestimmen.

B. Untersuchung der von den Schnitzelpressen ablaufenden Flüssigkeit.

Dieselbe enthält je nach dem Grade der Erschöpfung der Schnitte in den Diffuseuren größere oder geringere Mengen Zuckers, außerdem aber noch viel andere, eiweißartige Stoffe u. s. w. in Lösung, von denen manche optisch-activ sind.

Die Bestimmung des Zuckers in dieser Flüssigkeit, und nur diese ist von Interesse, geschieht in der für Absüßwässer angegebenen Weise. Wegen des hohen Gehaltes dieser Wässer an den genannten Nichtzuckerstoffen ist es hier besonders angezeigt, soferne es sich nämlich um vollkommene Genauigkeit handelt, nach der Alkoholmethode (siehe S. 201) vorzugehen.

C. Untersuchung der Fallwässer der Condensatoren, der Condenswässer u. s. w.

Die genannten Flüssigkeiten sollen bei guter Arbeit Zucker nicht enthalten. Doch auch in der bestgeleiteten Fabrik sind geringe Undichtigkeiten in den Verdampfapparaten, Ueberspritzen des kochenden Saftes in dem Heizapparat des nächsten Körpers u. s. w. nicht zu vermeiden.

Die jedoch in den genannten Flüssigkeiten enthaltenen Zuckermengen sind dann so gering, daß eine quantitative

Digitized by Google

Bestimmung kaum durchzuführen und auch ziemlich belanglos wäre. Man begnügt sich daher damit, den Zucker qualitativ nachzuweisen, und würde nur dann, wenn es besondere Umstände erfordern würden, die quantitative Bestimmung des Zuckers nach der unter A ausgeführten Methode vornehmen.

Der qualitative Nachweis des Zuckers geschieht mit Hilfe der schon erwähnten α-Naphtol-Reaction. Diese ursprünglich von Ihl angegebene Reaction wurde von M. Müller und F. Ohlmer derart ausgebildet, daß dadurch eine annähernde quantitative Schätzung des Zuckergehaltes ermöglicht wird. Die Verfasser geben folgende Vorschrift: 2 Cbcm. des auf Zucker zu untersuchenden Wassers werden in einem Reagircylinder, oder noch besser in einem mit Glasstöpsel zu verschließenden Präparatengläschen von circa 2 Cm. Weite und 10 Cm. Höhe, mit 5 Tropfen einer 20procentigen alkoholischen α-Naphtollösung versetzt und sodann 10 Cbcm. reine concentrirte Schwefelsäure hinzugefügt und gut umgeschüttelt. Da es hier auf absolute Genauigkeit nicht ankommt, kann man das Gläschen gleich mit den entsprechenden Marken versehen, so daß Wasser und Schwefelsäure nicht besonders abpipettirt zu werden brauchen. Die α-Naphtollösung fügt man mit Hilfe eines der bekannten Tropfgläschen hinzu. Es ist durchaus nöthig, daß die Reagentien in der angegebenen Reihenfolge mit dem Wasser zusammengebracht werden. Giebt man die α-Naphtollösung zu dem Gemisch des Wassers mit der Schwefelsäure oder mischt man zuerst α-Naphtol mit concentrirter Schwefelsäure und giebt dieses Gemenge zu dem zu untersuchenden Wasser, so tritt in beiden Fällen, auch bei völliger Abwesenheit von Zucker, allerdings nur ganz schwache Rothfärbung ein. α-Naphtol löst sich in concentrirter Schwefelsäure auf und diese Lösung reagirt, wenn sie frisch bereitet, in der unten angegebenen Weise auf Zuckerlösung.

Wenn jedoch die Lösung einige Tage alt ist, hat sie diese Reactionsfähigkeit verloren, weil die sich unter diesen

Digitized by Google

Umständen bildende Sulfosäure keine Farbenreaction mit den aus dem Zucker entstandenen Huminsubstanzen giebt.

Operirt man wie angegeben, so treten je nach der Menge des vorhandenen Zuckers verschiedene Färbungen auf, die auch eine für praktische Zwecke genügend genaue quantitative Bestimmung desselben gestatten. In allen Fällen erreicht die eintretende Färbung erst in einigen Minuten ihre volle Intensität.

Bei einem Gehalte von 0·1 Procent = 1 : 1000 erscheint nach dem Hinzufügen der Schwefelsäure sofort eine intensiv rothviolette Färbung, die so satt ist, das circa 10 Mm. dicke Schichten völlig undurchsichtig sind. Enthält die Lösung nur 0·01 Procent Zucker = 1 : 10.000, so ist die Färbung schwächer, etwa so stark wie dünner Rothwein. Sinkt der Zuckergehalt auf 0·001 Procent = 1 : 100.000, so erscheint die Färbung — ein helles zartes Rosa — erst nach $^1/_4$ bis $^1/_2$ Minute, und nur noch eben wahrnehmbare schwache Röthung tritt nach einigen Minuten ein, wenn die Flüssigkeit 0·0005 Procent Zucker = 1 : 500.000 enthält. Bei stärkerer Verdünnung ist nach Versuchen der Verfasser keine auf Zucker zurückzuführende Reaction wahrzunehmen. Daher ist es nicht möglich auf diese Weise noch 0·00001 Procent = 1 : 10,000.000, wie dieses Molisch behauptet, zu erkennen, aber trotzdem dürfte die Reaction weitgehenden Anforderungen genügen, da es mit ihrer Hilfe möglich ist, noch minimale Zuckermengen zu entdecken.

Da Salpetersäure die Reaction stört, ist nur völlig salpeterfreie Schwefelsäure zu verwenden. Zur quantitativen Schätzung wird man anfänglich gut thun, sich verschiedene dünne Zuckerlösungen von bekanntem Zuckergehalt herzustellen und mit der zu prüfenden Flüssigkeit zu vergleichen; zweckmäßiger noch wird es sein, sich nach solchen Zuckerlösungen mittelst haltbarer Mineralfarbe eine Farbenscala herzustellen, die jederzeit leicht den Vergleich gestattet.

Zur Ausführung der α-Naphtolreaction durch Nicht-Chemiker in der Fabrik haben G. Rapp und E. Besemfelder einen kleinen Apparat construirt, der aus einem

Digitized by Google

starkwandigen Reagenzglas von 2 Cm. Durchmesser besteht, welches durch ein bis auf den Boden geführtes eingeschmolzenes Capillarrohr mit einem kleinen Reservoir für die Schwefelsäure in Verbindung steht. Auf das Reagenzglas ist ein kleiner Trichter geschmolzen, der die zu untersuchende Flüssigkeit nöthigenfalls zu filtriren gestattet und bei warmen Wässern die Gefahr des Spritzens verhütet. Sehr heiße Wässer müssen jedoch vor der Prüfung etwas abgekühlt werden. Der ganze Apparat steht in einem festen Fuß.

Die Reaction wird so angestellt, daß zuerst 2 bis 3 Tropfen einer 20procentigen alkoholischen Lösung von α-Naphtol auf den Trichter gegeben werden, dann eventuell durch ein kleines Filter die zu untersuchende Flüssigkeit bis zu etwa $^1/_4$ der Höhe des Rohres zugefüllt und nun durch Lüften des Stöpsels des Schwefelsäurereservoirs concentrirte Schwefelsäure zufließen gelassen wird. Die Säure schichtet sich unter die wässerige Flüssigkeit und an der Berührungsfläche bildet sich bei Anwesenheit von Zucker ein violetter Ring. Bei einiger Uebung läßt sich aus der Intensität des Ringes leicht auf die ungefähre Menge Zucker schließen.

Die in Anwendung kommenden Reagentien, wie Schwefelsäure, Wasser ꝛc., müssen absolut frei von Salpetersäure sein.

Steigt der nach dieser Methode annähernd ermittelte Zuckergehalt über eine gewisse Höhe, so ist unbedingt eine genaue analytische Bestimmung vorzunehmen.

Digitized by Google

Sechster Abschnitt.

Die Untersuchung der Melasse.

Die Melasse ist eine übersättigte Zuckerlösung, welche durch die sich in ihr häufenden Nichtzuckerstoffe anorganischer wie organischer Natur ungemein reich an organisch fremden Bestandtheilen, sowie an Salzen (Asche) ist. Farbstoffe sind in großer Menge, und zwar vollständig oxydirt vorhanden, so daß die Melasse in der Regel eine zähflüssige, schwarze Masse vorstellt. In der Melasse häufen sich alle schwer krystallisirenden Stoffe an, sie ist ferner auch bis zu ihrer Ausstoßung aus der Fabrik viel mit Luft in Berührung und es können somit invertirende Fermente in ihr zur Entwickelung kommen. Melasse ist daher in der Regel auch auf Invertzucker und ferner Rafinose, welch' letztere sich in ihr anhäuft, zu prüfen.

1. Bestimmung des Zuckers (directe Polarisation).

Da die Melassen bei Anwendung des einfachen Normalgewichtes zu 100 Cbcm. in der Regel zu dunkle Lösungen ergeben würden, welche schlecht oder überhaupt nicht zu polarisiren wären, verfährt man zweckmäßig in folgender Weise: Das halbe Normalgewicht der Melasse (13·024 Gramm) wird abgewogen und in einen 100 Cbcm. Kolben gespült. Um mit der Verwendung des Wassers hierbei nicht zu sparsam umgehen zu müssen, und um ferner größere Genauigkeit zu erzielen, bringt man das $1^1/_4$fache Normalgewicht (32·56 Gramm) in einen 250 Cbcm.-Kolben. Da Melasse ziemlich fest an der Neusilberschale haftet und gewöhnlich derart zähe ist, daß dieselbe nicht fließt, fügt man nach dem Abwägen etwas Wasser

Digitized by Google

in die Schale und verrührt mittelst eines Glasstabes dieses mit der Melasse; die nun verdünnte Melasse läßt sich leicht in den Kolben spülen. Dies wird so oft wiederholt, bis an den Wandungen der Schale Melasse nicht mehr haftet. Der 250 Cbcm. fassende Kolben soll dann bis beiläufig zu zwei Drittel mit Flüssigkeit gefüllt sein. Durch kräftiges Schütteln löst man nun die Melasse vollständig im Wasser und verhindert auf diese Weise ebenfalls, daß sie sich zu Boden setzt und an demselben haftet. Zur Klärung wird Bleiessig verwendet, und zwar hat man soviel hinzuzufügen, daß auf neuerlichen Zusatz kein weiterer Niederschlag entsteht. In der Regel werden bei Anwendung des $1^1/_4$fachen Normalgewichtes 20 Cbcm. genügen. Der eventuell im Ueberschuß vorhandene Bleiessig wird durch Zusatz einer concentrirten Lösung von Alaun entfernt, bis zur Marke aufgefüllt, geschüttelt, filtrirt und polarisirt. Der in 200 Mm. langem Rohre erhaltene Drehungsbetrag ist dann selbstverständlich (da nur das halbe Normalgewicht verwendet wurde) zu verdoppeln.

Melassen, welche größere Mengen caramelisirten Zuckers enthalten, lassen sich durch Bleiessig und auch durch Blutkohle nur in ganz geringem Maße entfärben, dieselben sind dann in der Regel in der 200 Mm. langen Schichte zu dunkel, um mit Sicherheit polarisirt werden zu können. Durch Beobachtung im nur 100 Mm. langen Rohre läßt sich dieser Uebelstand beheben, doch sind dann die erhaltenen Zahlen sehr ungenau. Denn die Ablesung am Polarisationsapparate ist mit 4 zu multipliciren, um den Zuckergehalt in Procenten zu erhalten; selbstverständlich vervierfacht sich dann auch der unvermeidliche Beobachtungsfehler.

Bei derartigen Melassen verfährt man am besten in der Weise, daß man statt des $1^1/_4$fachen Normalgewichtes eine beliebige kleinere Menge, z. B. 25 oder 20 Gramm abwiegt, und diese in der angegebenen Weise klärt und auf 250 Cbcm. bringt. Der Gehalt an Zucker ist dann aus der eingewogenen Menge und Drehung in folgender Weise zu berechnen:

Digitized by Google

20 Gramm Melasse polarisiren im 200 Mm. langen Rohre 15·5,

20 Gramm polarisiren 15·5

32·56 » » x ?

$$\frac{32{\cdot}56 \times 15{\cdot}5}{20} = 25{\cdot}234 \times 2 = 50{\cdot}468\%.$$

2. Bestimmung des Zuckergehaltes nach Clerget.

Die Ausführung erfolgt nach Seite 115, zur Klärung beziehungsweise Entfärbung wird jedoch nicht Bleiessig, sondern mit Salzsäure extrahirte und getrocknete Blutkohle verwendet, welche erfahrungsgemäß, wenn nur in geringer Menge angewendet, keinen Zucker absorbirt.

Die Berechnung erfolgt nach der Formel:

$$Z = \frac{100\ S}{142{\cdot}66\ -\ (0{\cdot}5 \times T),}$$

worin S die Summe der Ablenkung vor und nach der Inversion ohne Rücksicht auf das Vorzeichen, T die Temperatur in Grade C. bedeutet. Die Temperaturcorrection wird zweckmäßig unter Benützung der Hammerschmidt'schen Tabellen (siehe Seite 119) ausgeführt.

3. Bestimmung des Invertzuckers.

Der Gehalt an Invertzucker kann annähernd aus den Ergebnissen der Zuckerbestimmung nach Clerget berechnet werden, indem man die Differenz zwischen der ursprünglichen Polarisation und dem nach obiger Formel für Z erhaltenen Werthe mit 0·34 (siehe Seite 160) multiplicirt.

Genau läßt sich der Invertzucker nur nach der gewichtsanalytischen Methode (Seite 157) nach Meißel ermitteln.

Bei manchen Melassen erhält man bei Anwendung von 10 Gramm Substanz keinen rothen Niederschlag von

Digitized by Google

Kupferoxydul, sondern eine gelbe oder grünliche Fällung, weil außer Kupferoxydul noch organische Kupferverbindungen mitfallen. Diese Körper fallen jedoch gewöhnlich nicht aus, wenn man nur 5 Gramm Substanz anwendet; der Niederschlag hat dann die rothe Farbe des Kupferoxyduls. Zur Berechnung des Invertzuckergehaltes dient die folgende von J. Baumann für 5 Gramm Substanz, berechnete Tabelle, die im übrigen ebenfalls die Innehaltung aller angegebenen Vorsichtsmaßregeln erfordert, namentlich die Anwendung von 50 Cbcm. Fehling'scher Lösung und 50 Cbcm. Zuckerlösung (diesmal nur 5 Gramm Substanz enthaltend) und eine Kochdauer von 2 Minuten.

Tabelle zur Berechnung des Procentgehaltes an Invertzucker bei Gegenwart von Saccharose aus dem gefundenen Kupfer für 5 Gramm Substanz.

Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent	Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent	Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent	Mgr. Kupfer	Invertzucker Procent
(35)	(0·04)	110	0·83	185	1·65	260	2·50
40	0·09	115	0·88	190	1·70	265	2·56
45	0·14	120	0·93	195	1·76	270	2·62
50	0·19	125	0·99	200	1·82	275	2·68
55	0·25	130	1·04	205	1·87	280	2·74
60	0·30	135	1·10	210	1·93	285	2·79
65	0·35	140	1·15	215	1·98	290	2·85
70	0·40	145	1·21	220	2·04	295	2·91
75	0·45	150	1·26	225	2·10	300	2·97
80	0·51	155	1·31	230	2·16	305	3·03
85	0·56	160	1·37	235	2·21	310	3·09
90	0·61	165	1·42	240	2·27	315	3·15
95	0·66	170	1·48	245	2·33	320	3·21
100	0·72	175	1·54	250	2·39		
105	0·77	180	1·59	255	2·44		

Digitized by Google

4. Bestimmung der Raffinose.

Diese wird nach Seite 118 unter Anwendung der schon früher angegebenen und erklärten Formel:

$$R = \frac{P - Z}{1{\cdot}852}$$

ermittelt.

5. Bestimmung der Asche.

Des großen Salzgehaltes der Melassen wegen, würde die Anwendung der Sulfatmethode nur ungenaue Resultate ergeben, man bestimmt daher den Aschengehalt der Melassen nach der auf Seite 166 beschriebenen Carbonatmethode. Zu diesem Zwecke wägt man ca. 10 Gramm Melasse in eine gewogene Platinschale von entsprechender Größe ein, verkohlt vorsichtig über der Flamme des Bunsenbrenners, vervollständigt die Verkohlung, indem man nun die Schale kurze Zeit in eine nur ganz schwach glühende Muffel stellt, laugt dann mit heißem Wasser aus u. s. w.

6. Ermittlung der wirklichen Trockensubstanz.

Diese wird nach Seite 185 bestimmt. Von der Melasse werden 1—2 Gramm in einem Wägefläschchen abgewogen, in heißem Wasser gelöst, mit Quarzsand verrührt, im Wasserbade eingeengt und schließlich im Wasserbadtrockenschranke bis zur Constanz des Gewichtes getrocknet.

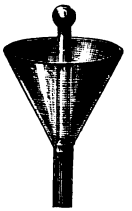
7. Ermittlung der scheinbaren Trockensubstanz (Grade Balling oder Brix).

Melasse kann, ihrer Zähflüssigkeit wegen, nicht direct gespindelt werden, das specifische Gewicht läßt sich aus demselben Grunde auch nicht mittelst der Mohr'schen Wage ermitteln. Es bleibt daher nur die Anwendung des Pyknometers übrig; als solches wird ein bis zur Marke genau 50 Cbcm. fassendes Kölbchen verwendet. Bevor jedoch

Digitized by Google

die Melasse in dasselbe gefüllt werden kann, muß sie durch Erwärmen in der Regel dünnflüssiger gemacht und jedenfalls entluftet werden. Beides erfolgt gleichzeitig, indem man die Melasse in einen Trichter, dessen verkürzte Ausflußöffnung mittelst eines eingeriebenen Glasbolzens zu verschließen ist (Fig. 71), füllt. Der Trichter wird in ein Blechgefäß oder Becherglas von entsprechender Größe eingesetzt, und in diesem Wasser zum Kochen erhitzt. Der Wasserdampf umspült den Trichter und erwärmt die Melasse, ohne daß dieselbe verdünnt werden könnte. In dem Maße, in welchem die Melasse wärmer wird, wird dieselbe dünnflüssiger, und die eingeschlossenen Luftblasen steigen an die Oberfläche empor, wo sie sich in Form eines zähen, dichten Schaumes absetzen. Sobald der Schaum sich scharf von der Melasse abgrenzt und nicht mehr an Volumen zunimmt, kann man die Entluftung als abgeschlossen betrachten, in der Regel wird dies nach einer Erhitzungsdauer von circa 30 Minuten der Fall sein.

Fig. 71.



Nun entfernt man den Trichter aus dem Gefäße, wischt die außen hängenden Wassertröpfchen ab, und läßt durch mehrmaliges rasches Oeffnen und Schließen des Verschlußbolzens die unteren Partien Melasse, bei welchen sich auch eventuell noch vorhandene kleine Sandkörnchen befinden, abfließen. Ist dies besorgt, so bringt man den Trichter sammt Melasse in einem Gestelle derart über das gewogene und vollkommen trockene 50 Cbcm.-Kölbchen, daß die Melasse nach geringer Lüftung des Bolzens in dünnem Strahle in das Kölbchen fließt, womöglich ohne den über der Marke befindlichen Theil des Halses zu benetzen. Da sich die Melasse bei der nun folgenden Abkühlung auf 17·5 Grad C. ziemlich stark contrahirt, ist es nöthig, das Kölbchen mit der heißen Melasse bis ca. 1 Cmtr. über die Marke zu füllen. Nun wird das Kölbchen in kaltes Wasser, und schließlich in Wasser von 17·5 Grad C. gestellt,

Digitized by Google

bis man sicher sein kann, daß der gesammte Inhalt diese Temperatur angenommen hat. Hierauf wird die etwa oberhalb der Marke an der Wandung haftende Melasse durch Auswischen des Halses mit einem um einen Glasstab gewundenen, etwas angefeuchteten Streifen Filtrirpapier entfernt, mit trockenem Filtrirpapier trocken gewischt und das Kölbchen sammt Inhalt gewogen. Außer dem absoluten Gewichte der Melasse ist es aber auch nöthig, um das specifische Gewicht ermitteln zu können, deren Volumen zu erheben. Dies erfolgt in der Weise, daß man nun den Inhalt des Kölbchens mit Wasser bis genau zur Marke auffüllt, und die hierzu nöthige Wassermenge durch Messung, oder besser neuerliche Wägung feststellt. Durch Division des absoluten Gewichtes der Melasse durch deren Volumen wird dann das specifische Gewicht berechnet, aus diesem sind nach der Tabelle auf Seite 97 die Grade Balling zu entnehmen.

Beispiel:

Gewicht des Kölbchens + Melasse bei 17·5 Grad C.	85·3955	Gramm
Gewicht des leeren 50 Cbcm.-Kölbchens	15·7820	»
Gewicht der Melasse	69·6135	Gramm
Gewicht des Kölbchens + Melasse + Wasser	85·9955	Gramm
Gewicht des Kölbchens + Melasse . .	85·3955	»
Gewicht des Wassers	0·6000	Gramm
Inhalt des Kölbchens	50·000	Cbcm.
Volumen des zugesetzten Wassers . . .	0·600	»
Volumen der Melasse	49·400	Cbcm.

$$69·6135 : 49·400 = 1·40921 \text{ Gr.}$$

Specifisches Gewicht 1·40921 = 79·0 Grad Balling, 42·6 Grad Beaumé (neu) und 41·8 Grad Beaumé (alt).

Die Grade Balling können auch nach der Verdünnungsmethode ermittelt werden. In den Ausführungsbestimmungen für die Steuerstellen des Deutschen Reiches

Digitized by Google

(Gesetz vom 9. Juli 1887) ist diese Methode folgendermaßen beschrieben:

Bestimmung der Grade Balling oder Brix. In einem tarirten Becherglase werden 200—300 Gr. der zu untersuchenden Melasse (oder Syrup) abgewogen. Man fügt alsdann 100—200 Cbcm. heißes, destillirtes Wasser hinzu, rührt mit einem Glasstabe, welcher mit tarirt wurde, so lange vorsichtig um, bis die Melasse sich vollständig gelöst hat, und stellt alsdann das Becherglas so lange in kaltes Wasser, bis der Inhalt ungefähr Zimmertemperatur angenommen hat. Darauf stellt man das Becherglas wieder auf die Wage und setzt vorsichtig so viel Wasser aus einer Spritzflasche zu, daß das Gewicht desselben gleich dem der angewendeten Melasse ist; waren also beispielsweise 215 Gramm Melasse abgewogen worden, so sind in Summe 215 Gramm Wasser zuzusetzen. Nach dem Zufügen des Wassers rührt man nochmals um und gießt alsdann die Flüssigkeit in einen Glascylinder, welcher zur Vornahme der Spindelung dient.

Die Weite des Cylinders muß derartig sein, daß die Spindel frei in demselben schwimmen kann, ohne an der Wandung zu haften; auch muß derselbe zur Verhinderung eines solchen Anhaftens möglichst senkrecht stehen, also auf einer horizontalen Fläche aufgestellt werden. Man senkt die Spindel langsam und vorsichtig in die Flüssigkeit ein und trägt Sorge, daß der außerhalb derselben verbleibende Theil möglichst wenig benetzt wird. Nachdem das Instrument zur Ruhe gekommen ist, liest man den Gehalt an derjenigen Stelle der Spindel ab, welche mit dem Niveau der Flüssigkeit im Cylinder sich in einer Linie befindet. Man erfährt ferner die Temperatur der Flüssigkeit aus dem Stande des Thermometers, welches an dem Bauche der Spindel angebracht ist, und corrigirt die Grade Balling, falls die Flüssigkeit nicht zufällig die Normaltemperatur von 17·5 Grad C. besaß, mittelst der von Stammer entworfenen Tabelle (siehe Seite 88).

Digitized by Google

Nachdem die Correctur angebracht ist, wird das erhaltene Resultat noch mit zwei multiplicirt, da ja die Melasse mit Wasser auf die Hälfte verdünnt worden war.

Beispiel. 200 Gramm Melasse seien mit 200 Gramm Wasser verdünnt worden. Die Ablesung an der Spindel betrage 40·3 Grad bei einer Temperatur von 20 Grad C. Aus der Tabelle ergiebt sich, daß dieser Betrag um 0·19 zu vergrößern ist; wir runden diese Zahl auf 0·2 ab, da wir nur Zehntel, nicht Hundertstel bei der Spindelung berücksichtigen, finden demgemäß den corrigirten Werth 40·3 + 0·2 — 40·5 und den Werth für die ursprüngliche Melasse zu 40·5 × 2 = 81·0 Grad Brix.

Diese Methode ist wohl sehr rasch auszuführen, doch steht sie an Genauigkeit weit hinter der Erhebung des specifischen Gewichtes mittelst des Pyknometers zurück.

8. Bestimmung der Alkalinität.

Dieselbe wird bestimmt, indem man 10 Gramm Melasse zu einem Liter löst und je 100 Cbcm. = 1 Gramm Melasse nach starker Verdünnung unter Verwendung von Lackmustinctur als Indicator unter den auf Seite 173 angegebenen Modalitäten mit $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure, saure Melassen mit $^1/_{10}$ Normal-Kalilauge titrirt. Die Alkalinität bezw. Acidität wird in Procenten Kalk (CaO) ausgedrückt.

Bezüglich der Feststellung des Zuckergehaltes von Melassen oder Syrupen gelten für die Steuerstellen des Deutschen Reiches folgende den genannten »Ausführungsbestimmungen« entnommene Vorschriften:

Die »Ausführungsbestimmungen« unterscheiden Zuckerabläufe mit weniger als 2 Procent Invertzucker, solche mit 2 Procent und mehr Invertzucker, solche, welche Raffinose, und solche, welche Stärkezucker enthalten.

Liegen Melassen oder Syrupe der ersten Kategorien vor, so wird das Ergebniß der directen Polarisation (Klärung mit Bleiessig) als Zuckergehalt angesehen.

Digitized by Google

In Melassen oder Syrupen mit 2 oder mehr Procenten Invertzucker ist der Invertzuckergehalt gewichtsanalytisch zu erheben. Die Raffinose wird nach der Inversionsmethode unter Benützung der Raffinoseformel (Seite 118) bestimmt, bei muthmaßlicher Gegenwart von Stärkezucker endlich wird die Lösung vor und nach der Inversion polarisirt, wodurch man sich überzeugt, ob überhaupt Stärkezucker vorhanden ist. Die »Ausführungsbestimmungen« sagen darüber folgendes:

»Unverfälschte Syrupe nehmen zwar erfahrungsgemäß nicht ganz die normale Linksdrehung an, welche 0·33mal so groß als die ursprüngliche Rechtsdrehung ist, doch beträgt dieselbe immer mindestens den fünften Theil der ursprünglichen Rechtsdrehung. Es muß also eine Melasse oder Syrup von 55 Polarisation beispielsweise mindestens nach der Inversion eine Linksdrehung von —11, auf das ganze Normalgewicht berechnet, zeigen. Würde dieser Syrup statt dessen alsdann nur eine Drehung von —10 oder gar Rechtsdrehung annehmen, so ist derselbe als mit Stärkezucker verfälscht zu betrachten.

Ein eventueller Gehalt von Invertzucker wird durch Multiplication mit 0·95 auf Rohzucker umgerechnet und zur directen Polarisation hinzugezählt.«

Für Oesterreich-Ungarn gelten folgende Bestimmungen:

Als steuerfreier Syrup (Melasse) ist derjenige anzusehen, welcher von schmutzigbrauner Farbe und unangenehmem, salzigem Geschmacke ist. Die Melasse wird in folgender Weise untersucht:

I. Ermittlung der Grade Balling.

Diese geschieht aus dem specifischen Gewichte mit Hilfe der Balling-Brix'schen Tabellen. Das specifische Gewicht selbst wird bei 17·5 Grad C. mit Hilfe eines genau geaichten 50 Cubcm. fassenden Kölbchens (Pyknometers) in bekannter Weise gewichtsanalytisch bestimmt.

Digitized by Google

II. Ermittlung des Gesammt-Zuckergehaltes.

50 Gramm Melasse werden in einen geaichten 250 Cubikcentimeter fassenden Kolben gebracht, mit Wasser verdünnt, dann mit 20 Cbcm. Bleiessig geklärt und schließlich mit Wasser angefüllt. Nach gründlichem Durchschütteln und 15 bis 20 Minuten langem Stehen wird durch ein trockenes Filter filtrirt. 100 Cbcm. dieses Filtrates (entsprechend 20 Gramm Melasse) bringt man in ein reichlich ein Liter fassendes Becherglas und fügt denselben der Reihe nach 10 Cbcm. verdünnte Schwefelsäure (50 Cbcm. reine, concentrirte englische Schwefelsäure werden zu 1 Liter mit Wasser verdünnt), dann 600 Cbcm. Wasser und schließlich 100 Cbcm. verdünnte Salzsäure ($^1/_5$ normal) hinzu. Die Salzsäure muß $^1/_5$ normal sein, d. h. im Liter 7·2 Gramm Chlorwasserstoff (HCl) enthalten. Nach gutem Durchmischen wird das Becherglas mit einem Uhrglase bedeckt und in ein kochendes Wasserbad eingestellt oder eingehängt. Der Flüssigkeitsspiegel im Wasserbade soll etwas höher stehen als jener im Becherglase. Man erhitzt auf diese Art im kochenden Wasserbade durch 30 Minuten, worauf sofort rasch durch wiederholtes Einstellen in kaltes Wasser abgekühlt wird. Nach dem Abkühlen wird mit titrirter Lauge nahezu neutralisirt (die invertirte Flüssigkeit soll noch schwach sauer reagiren). Sodann bringt man die invertirte Flüssigkeit in einen Liter-Kolben und füllt dort zur Marke auf. In der klaren, eventuell filtrirten Flüssigkeit wird nun die Bestimmung des reducirenden Zuckers mit Fehling'scher Lösung nach Meißel vorgenommen. Hiebei wird der gesammte reducirende Zucker als Invertzucker berechnet. Der gefundene Invertzucker ist schließlich mit 0·95 zu multipliciren, um den Zuckergehalt der Melasse als Rohrzucker ausgedrückt zu finden

Enthält eine Melasse mehr als 1 Procent direct reducirenden Zucker, so ist dieser vor der Inversion in der mit Bleiessig geklärten und mit schwefelsaurem Natron entbleiten Melasselösung nach Meißel zu bestimmen. Der in der Melasse von vornherein vorhandene reducirende Zucker wird von

Digitized by Google

dem nach der Inversion gefundenen Gesammt-Invertzucker in Abzug gebracht und dementsprechend nicht auf Rohrzucker umgerechnet, sondern als reducirender Zucker separat neben Rohrzucker im Untersuchungs-Ergebnisse angeführt.

III. Ermittlung des Aschengehaltes.

5 bis 10 Gramm Melasse werden in einer geräumigen Platinschale zuerst bei 130 Grad C. eingetrocknet, dann bei dunkler Rothgluth ohne Schwefelsäurezusatz eingeäschert. Der Verbrennungsrückstand wird gewogen und nach Abzug des in Salzsäure Unlöslichem (Sand und Kohle) als Asche aufgeführt.

Digitized by Google

Siebenter Abschnitt.

Die Untersuchung der Rübe,

frischer Schnitte, der Diffusionsrückstände und der Samenrüben.

Es ist für jede Zuckerfabrik von größter Wichtigkeit, die Menge des Zuckers, welcher in den Rüben zur Verarbeitung gelangt, genau zu kennen. Denn erstens wird vielfach die Rübe nach dem Zuckergehalte bezahlt, zweitens kann jede Ausbeuteberechnung nur auf den Zuckergehalt der verarbeiteten Rüben bezogen werden. Außer der Bestimmung des Zuckers ist ferner noch manchmal die Ermittlung des Saft- bezw. Trockensubstanzgehaltes nöthig.

Soll die Untersuchung ein der Wirklichkeit entsprechendes Durchschnittsresultat ergeben, so muß eine größere Anzahl Rüben der Untersuchung unterzogen werden. Vollkommen fehlerhaft wäre es selbstverständlich, aus dem Zuckergehalte einer Rübe auf jenen der ganzen Partie zu schließen. Werden Rübenproben von einem Felde entnommen, so verfährt man zweckmäßig in der Weise, daß man sich die vier Eckpunkte des Feldes durch gerade Linien verbunden denkt, und in diesen Diagonalen an verschiedenen Stellen mehrere Rüben entnimmt und diese in der später anzuführenden Weise untersucht. Vor der Untersuchung müssen die Rüben gewaschen und vom anhängenden Schmutze befreit werden. Eine Ermittlung der »Schmutzprocente« durch Wägung der Rüben vor und nach der Reinigung ist nur von ganz geringem Werthe, da auf diese Weise wohl nie Zahlen erhalten werden, welche der Wirklichkeit entsprechen. Ferner müssen die Rüben auch von den zuckerarmen Theilen befreit werden;

Digitized by Google

es geschieht dies, indem man die Köpfe, soweit sie grün sind, und die dünneren Theile der Schwänze abtrennt. — Gefrorene Rüben müssen sehr langsam aufthauen, ehe man sie der Untersuchung zuführt.

1. Bestimmung des Zuckergehaltes in der Rübe. Dieselbe kann nach verschiedenen Methoden erfolgen, und zwar sind dies folgende:

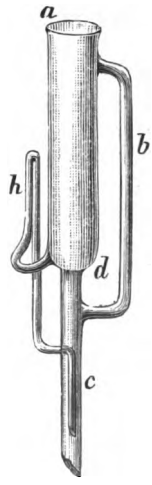
a) Extraction mittelst Alkohol nach Scheibler;

b) Alkoholische Digestion nach Tollens-Rapp-Degener;

c) Alkohol. Maceration nach Stammer;

d) Wässerige Digestion nach Pellet.

Fig. 72.



a) Extraction mittelst Alkohol nach Scheibler. Die zu untersuchende Partie Rüben wird je nach ihrer Anzahl halbirt oder geviertelt, und von jeder Rübe je eine Hälfte oder ein Viertel auf einem Reibeisen oder eigenen Vorrichtungen in einen nicht zu groben Brei verwandelt. Dieser wird sorgsam gemischt, durch Aussuchen von den darin stets vorhandenen ungeriebenen Stückchen befreit und rasch eingewogen. Am vortheilhaftesten wird das doppelte Normalgewicht (52·096 Gramm) in der beschriebenen tarirten Neusilberschale abgewogen. Der Brei wird mittelst absolutem Alkohol in einen eigenen Extractionsapparat gespült. Von den vielen Extractionsapparaten, welche in den mannigfaltigsten Formen construirt wurden, hat sich der in Fig. 72 abgebildete Extractionsapparat nach Soxhlet am besten bewährt. Derselbe besteht aus einem weiten Glasrohre a, welches bei d verschlossen ist. An der tiefsten Stelle bei d tritt ein dünnes Heberrohr h aus, welches zuerst nach aufwärts steigt und dann in das an a angeschmolzene dünnere Glasrohr c mündet. Das Rohr b verbindet den oberen Theil von a mit dem Glasrohre c. Bei a wird der Extractionsapparat mittelst eines Korkstöpsels dicht an

Digitized by Google

einer Kühlvorrichtung befestigt, an c wird ein Kolben mit erweitertem Halse, (siehe Fig. 58 auf Seite 154) ebenfalls dicht angeschoben. Wird nun in diesem Kolben Alkohol zum Sieden erhitzt, so steigen die Dämpfe durch b empor, gelangen in den Kühler, in welchem sie condensirt werden, und tropfen nun in das Glasrohr a. Dasselbe füllt sich nach und nach mit Flüssigkeit, dieselbe nimmt aber auch im Heberrohre h den gleichen Stand ein. Erreicht die Flüssigkeit schließlich den höchsten Punkt im Heberrohre, so beginnt der Heber zu wirken und die ganze in a angesammelte Flüssigkeit fließt wieder in den an c befestigten Kolben zurück, worauf sich der geschilderte Vorgang von Neuem wiederholt.

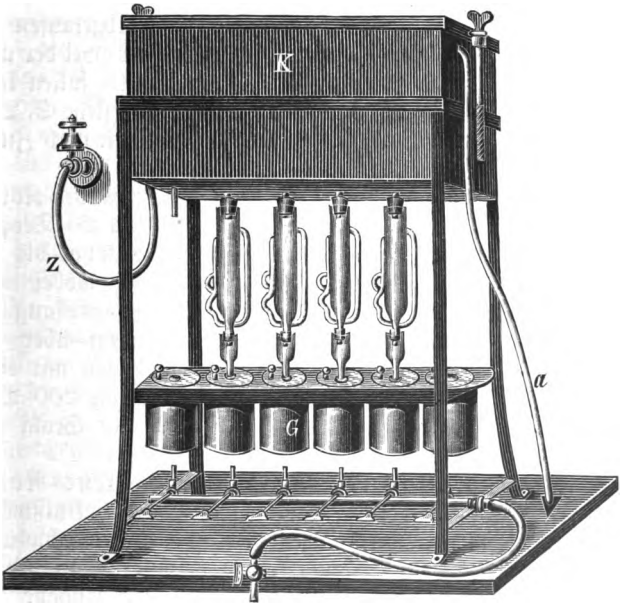
Wird nun in das Rohr a Rübenbrei gebracht, so tropft der Alkohol auf denselben und löst den Zucker sowie einen Theil der Farbstoffe; die zuckerhaltige Lösung wird dann jedesmal, bis der Flüssigkeitsstand die nöthige Höhe erreicht hat, in den Kolben abgezogen. Die Flüssigkeit im Kolben wird fortwährend im Kochen erhalten, es können jedoch nur Dämpfe von reinem Alkohol durch b emporsteigen, so daß der Rübenbrei in a stets gewissermaßen mit frischem Alkohol ausgelaugt wird. Der gelöste Zucker dagegen sammelt sich in dem Kolben an. Wird die Extraction genügend lange fortgesetzt, so wird der Rübenbrei schließlich erschöpft und aller Zucker befindet sich in dem Kolben in Alkohol gelöst. Um das Mitreißen von Brei sowie das Verstopfen des Heberrohres h zu verhindern, thut man gut, in den Extractionsapparat vor dem Einfüllen des Breies ein Scheibchen aus Drathnetz einzulegen. — Bei Anwendung des doppelten Normalgewichtes wird an c ein 200 Cbcm.-Kolben befestigt, welchen man bis c a zu $^2/_3$ mit absolutem Alkohol füllt.

Werden viele derartige Extractionen vorgenommen, so thut man gut, die Vorrichtung stabil zu machen und ihr die in Fig. 73 abgebildete Form zu ertheilen. Diese Extractionsbatterie besteht aus einem massiven Gestelle aus Eisen, welches ein großes Kühlgefäß K trägt; in diesem

Digitized by Google

befinden sich innen verzinnte Kühlschlangen, an deren unterem, aus dem Kühlgefäße hervorragenden Theile die Extractionsapparate befestigt werden. Die Kolben befinden sich in kupfernen Gefäßen G, welche durch Deckel verschlossen werden, die mit runden Ausschnitten für die Kolbenhälse versehen sind. Jedes

Fig. 73.



einzelne Gefäß wird mit Wasser gefüllt, und dieses mittelst eines Brenners erhitzt. Da absoluter Alkohol bei 80 Grad C. siedet, Wasser jedoch erst bei 100, so kommt er in lebhaftes Kochen, ohne daß eine Ueberhitzung stattfinden kann. In das Kühlgefäß K wird durch z kaltes Wasser zugeleitet, welches, nachdem dasselbe die Kühlschlangen umspült hat, durch a abfließt.

Digitized by Google

Um mit Extractionsapparaten von verschiedener Größe arbeiten zu können, ist die Entfernung der Kühlwanne K von den Gefäßen G beliebig zu verstellen.

Die Alkoholextraction liefert sehr genaue Resultate, ihr Hauptvortheil gegenüber den übrigen Zuckerbestimmungsmethoden beruht jedoch darin, daß man sich von der vollständigen Erschöpfung des Rübenbreies an Zucker überzeugen kann. Dies erfolgt in der Weise, daß man, nachdem die Flüssigkeit aus a eben abgelaufen ist, den Apparat auseinander nimmt und einen oder zwei der an c hängenden Flüssigkeitstropfen in eine Eprouvette fallen läßt, und mittelst der Jhl'schen α-Naphtolreaction (siehe S. 211) sich überzeugt, ob in der abgeheberten Flüssigkeit noch Zucker vorhanden ist.

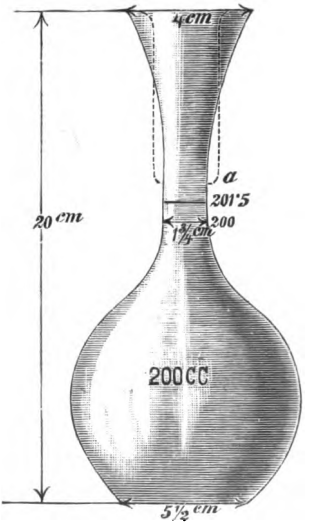
Ist dies nicht mehr der Fall, so läßt man den Kolben sammt Inhalt erkalten, klärt mit circa 10 bis 20 Tropfen Bleiessig nnd füllt schließlich mit absolutem Alkohol bis zur Marke auf. Nun wird die Flüssigkeit filtrirt, wobei man, um eine Concentrirung derselben durch Verdampfung des Alkohols zu vermeiden, das Faltenfilter nicht über den Rand des Trichters emporstehen läßt, und diesen mit einer Glasplatte bedeckt. Das klare Filtrat wird im 200 Mm. langen Rohre polarisirt, die Ablesung an der Scala entspricht direct Procenten Zucker.

b) Alkoholische Digestion nach Tollens-Rapp-Degener. Das doppelte Normalgewicht des verhältnißmäßig groben Rübenbreies wird abgewogen und mittelst absolutem Alkohol in einem 200 Cbcm.-Kolben gespült. Man bedient sich hierzu mit großem Vortheile der nach Angabe von A. Stift modificirten Form der Kohlrauschkolben. Die Dimensionirung eines solchen modificirten Kolbens ist aus Fig. 74 zu entnehmen. Der Kolben darf, nachdem der Brei in dasselbe gespült wurde, nur bis beiläufig zu $^2/_3$ gefüllt sein. Man senkt ihn nun in ein Wasserbad und sorgt, daß der Alkohol durch 15 Minuten in gelindem Kochen erhalten wird. Der verdampfende Alkohol wird entweder durch Nachfüllen ergänzt oder man setzt auf den Kolben ein längeres

Digitized by Google

Glasrohr auf, in welchem sich die Alkoholdämpfe condensiren und zurücktropfen. Schließlich wird der Kolbeninhalt abgekühlt, mit 10 bis 20 Tropfen Bleiessig geklärt und mit absolutem Alkohol aufgefüllt. Da der im Kolben befindliche Rübenbrei ebenfalls ein gewisses Volumen besitzt und demnach die zu polarisirende Lösung zu concentrirt wäre, wenn man nur bis zur 200 Cbcm.-Marke auffüllen würde, ohne das Volumen zu berücksichtigen, sind die Kolben mit einer zweiten Marke (201·5 Cbcm.) versehen. Es wurde nämlich durch viele Versuche ermittelt, daß das Volumen des doppelten Normalgewichtes im Durchschnitte 1·5 Cbcm. beträgt, um dieses wird demnach mehr Flüssigkeit zugefügt und auf diese Weise der Fehler eliminirt. Stehen nur Kolben mit einfacher Marke zur Verfügung, so fügt man die 1·5 Cbcm. aus einer Bürette zu. Das klare, unter den gleichen Vorsichtsmaßregeln, wie oben angeführt, erhaltene Filtrat wird polarisirt; die Ablesung entspricht direct Procenten Zucker.

Fig. 74.



c) Alkoholische Maceration nach Stammer. Die Auslaugung des Breies erfolgt hier mit kaltem Alkohol, dementsprechend muß feinerer, sogenannter »geschliffener« Brei angewendet werden. Derselbe wird auf der in Fig. 75 abgebildeten Suckow'schen Reibe bereitet.

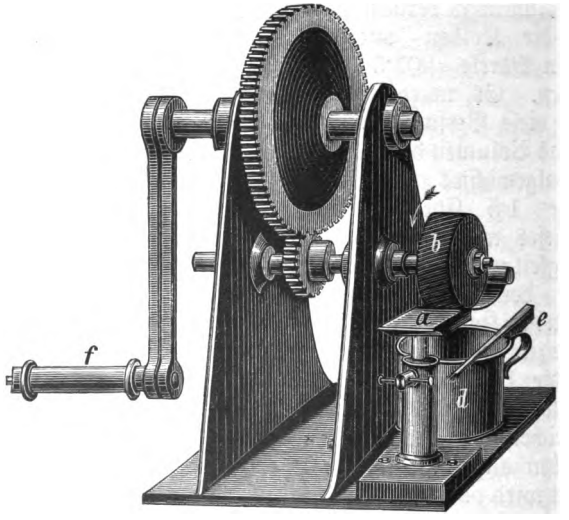
Dieselbe besitzt folgende Einrichtung: Die Walze b ist mit vielen feinen Stahlzähnen besetzt und wird von der Kurbel f aus mittelst Zahnradübersetzung in rasche Umdrehung versetzt. Das verstellbare Stativ a dient dazu, die

Digitized by Google

Rübe fest auflegen und an die Trommel b anpressen zu können. Der »geschliffene« Brei fällt in das Gefäß d. Mittelst des Bürstchens e werden die Zähne der Reibe von den Rübentheilen gesäubert.

Nachdem der mittelst der beschriebenen Reibe erhaltene Brei gut gemischt und von unzerrissenen Rübentheilen befreit

Fig. 75.



wurde, wird das doppelte Normalgewicht abgewogen und mittelst Alkohol in einem mit der Marke 201·5 versehenen Kolben (siehe Figur 74) gespült. Der Kolben wird bis zu $^2/_3$ mit absolutem Alkohol gefüllt, verschlossen und bleibt unter öfterem Umschütteln eine halbe Stunde stehen. Nach Ablauf dieser Zeit wird mit 10 bis 20 Tropfen Bleiessig geklärt, filtrirt und polarisirt.

d) Wässerige Digestion nach Pellet. Dieses Verfahren, welches erst kurze Zeit im Gebrauche steht, liefert sehr gute Resultate und eignet sich besonders zur raschen

Digitized by Google

Ausführung einer größeren Anzahl von Untersuchungen. Das doppelte Normalgewicht des »geschliffenen« Breies wird mittelst Wasser in einem mit der Marke 201·5 versehenen Kolben gespült, man befördert die Einbringung der Substanz, indem man mit einem dicken Glasstabe nachschiebt. Dann füllt man den Kolben bis zu $^2/_3$ mit Wasser, schüttelt kräftig um und läßt denselben circa fünf Minuten stehen. Nach dieser Zeit treibt man die im Rübenbrei eingeschlossene Luft durch sanftes Aufklopfen des Kolbens auf die Handfläche an die Oberfläche der Flüssigkeit, wo sich dieselbe in Form eines dichten Schaumes ansammelt. Diesen bringt man durch Auftropfenlassen von circa 5 Cbcm. Alkohol zum Vergehen, worauf mit circa 5 Cbcm. Bleiessig geklärt wird. Nach dem Auffüllen bis zur Marke 201·5 wird umgeschüttelt, filtrirt und polarisirt.

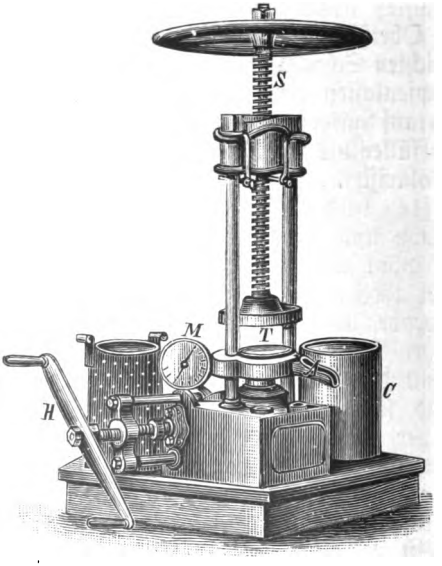
Vortheile und Nachtheile dieser Methoden. Alkoholextraction und Digestion besitzen den Vortheil, daß der Brei von nicht zu feiner Beschaffenheit sein muß. Dadurch bleibt er trocken und man wird viel eher eine genaue Durchschnittsprobe davon entnehmen können. Der bei der Stammer'schen Maceration und der Pellet'schen Digestion verwendete, mit der Suckow'schen Reibe erzeugte Brei ist stets naß und läßt nach kurzem Liegen Saft austreten. Man muß daher, um Wasserverdampfung zu vermeiden, sehr rasch einwägen und den Brei vorher stets gründlich mischen. Die Scheibler'sche Alkoholextraction gestattet, sich von der Erschöpfung des Breies mittelst der α-Naphtolreaction zu überzeugen; dies ist zwar bei der Pellet'schen Digestion nicht möglich, doch weiß man erfahrungsgemäß, daß die Vertheilung des Zuckers in der Flüssigkeit rasch erfolgt. Wenn auch die nach der Pellet'schen Digestion erhaltenen Resultate stets etwas gegen die nach der Alkoholextraction erhaltenen abweichen, so ist doch dieses Verfahren seiner Billigkeit und raschen Ausführbarkeit wegen sehr zu empfehlen und besonders da mit großem Vortheile anwendbar, wo es sich um Bestimmung des Zuckergehaltes in vielen einzelnen Fällen handelt.

Digitized by Google

Die Bestimmung des Zuckers in der Rübe erfolgt häufig noch in der Weise, daß man den Rübenbrei preßt und im Safte den Zucker nach der Maßmethode (siehe S. 193) ermittelt (Saftpolarisation).

Das Pressen erfolgt mittelst der in Fig. 76 abgebildeten Spindelpresse, welche mit einer hydraulischen Presse in Ver-

Fig. 76.



bindung steht. Der Brei wird, in ein dichtes Tuch eingeschlagen, in den Blechmantel C gelegt, nachdem dieser über den Preßteller T gestülpt wurde. Dann wird die Spindel S kräftig niedergedreht und so lange angezogen, als bei A noch Saft abfließt. Ist dies nicht mehr der Fall, so wird die hydraulische Presse H, welche auf den Preßteller T wirkt, in Function gesetzt; der ausgeübte Druck ist an dem Manometer M abzulesen. Der erpreßte Saft wird gemischt, einige

Digitized by Google

Zeit stehen gelassen, um den Luftblasen Gelegenheit zu geben, an die Oberfläche zu steigen, und schließlich nach Seite 193 untersucht. Wird gleichzeitig durch Spindelung die scheinbare Trockensubstanz erhoben, so läßt sich aus dieser und dem Zuckergehalte der scheinbare Reinheitsquotient berechnen.

Da der anfänglich von der Presse abfließende Saft von ganz anderer Zusammensetzung ist, als der unter höherem Drucke ablaufende, so muß man, um nach diesem Verfahren nur halbwegs vergleichbare Resultate zu erzielen, das Pressen stets unter gleichen Umständen vornehmen. Man preßt daher 300 Gramm Brei ab und erhält den Druck durch genau 5 Minuten bei 300 Atmosphären.

Aus dem Zuckergehalte des Saftes wird der Zuckergehalt der Rübe in der Weise berechnet, daß man unter Annahme von 4, bzw. 5% Mark (siehe weiter unten) den Zuckergehalt des Saftes mit 0·96, beziehungsweise 0·95 multiplicirt.

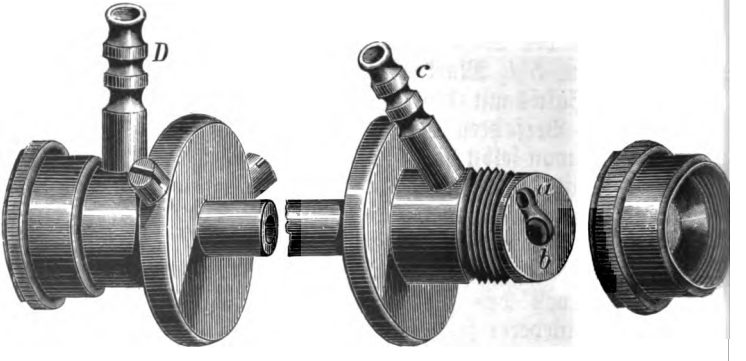
Dieses Verfahren ist direct zu verwerfen. Denn einerseits erhält man selbst durch vollkommen gleichartiges Pressen niemals Säfte von vollkommen gleicher Zusammensetzung, und zweitens weicht, wenn auch thatsächlich der Markgehalt frischer, unverwelkter Rüben nur wenig von 5% verschieden ist, der nach dieser Methode berechnete Zuckergehalt der Rübe beträchtlich von den direct gefundenen Zahlen ab, indem letztere stets niederer sind. Bei nur etwas abgetrockneten oder verwelkten Rüben ergeben sich Differenzen von vielen Procenten — Umstände, welche nicht zu Gunsten der Saftpolarisation sprechen. Man kann aber die Saftpolarisation umso eher verlassen, da in der Pellet'schen wässerigen Digestion ein nicht nur ausreichender Ersatz, was die Raschheit der Ausführung anbelangt, sondern auch eine Arbeitsmethode, welche viel sichere und genauere Resultate liefert, für dieselbe gegeben ist.

Sind viele Rübenuntersuchungen gleichzeitig auszuführen, so vereinfacht man die Arbeit des Polarisirens wesentlich durch Anwendung der Pellet'schen Röhre. Diese ist ein Polarisationsrohr, welches derart eingerichtet ist, daß die zu polarisirende Flüssigkeit nicht in gewöhnlicher Weise ein-

Digitized by Google

gefüllt, sondern eingegossen wird; der Querschnitt des Rohres ist so klein bemessen, daß ein Saft den anderen vollkommen verdrängt. Die von Pellet ursprünglich angegebene Construction war mit einigen Uebelständen behaftet, welche hauptsächlich darin bestanden, daß sich Luftblasen im Rohre festsetzten, welche nur schwer zu entfernen waren und das Gesichtsfeld verdeckten. A. Stift hat nun einige Modificationen angebracht,*) durch welche diese Nachtheile vollkommen behoben sind. Dieses Polarisationsrohr ist in Fig. 77 abgebildet.

Fig. 77.



Auf dem Rohre D wird ein kleiner Trichter befestigt, durch welchen die zu polarisirende Lösung zugegossen wird. Diese tritt zunächst in einen kleinen Canal, fließt am Deckgläschen herab und verdrängt die schon vorhandene Lösung, welche bei b an das Deckgläschen stößt, in den Canal a gelangt, und schließlich bei c abfließt. Bei dieser Einrichtung werden sämmtliche Luftblasen mitgerissen. Da der Zu- und Abfluß in gleicher Höhe stehen, hört die Flüssigkeit sofort auf, abzufließen, sobald das Nachgießen eingestellt wird. Bevor die Röhre in Gebrauch genommen wird, empfiehlt

*) Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landwirthschaft. 1892.

Digitized by Google

es sich, besonders dann, wenn nur geringe Mengen der zu polarisirenden Flüssigkeit zur Verfügung stehen, vorerst das Rohr mit einer indifferenten Flüssigkeit, wie Alkohol, oder besser mit einer Zuckerlösung von annähernd gleicher Concentration wie die zu polarisirende, zu füllen, um die anfangs schwerer zu entfernenden Luftblasen zu verdrängen. Dies gelingt leicht durch entsprechendes Heben und Senken des Rohres. Wasser ist zur ersten Füllung nicht zu verwenden, da dasselbe stets kohlensäurehältig ist und sich aus der später aufgegossenen bleihältigen Zuckerlösung kohlensaures Blei abscheiden würde, welches die Deckgläschen als undurchsichtige Schicht überzieht. Wird eine neue Lösung in die Röhre gefüllt, so geräth die Flüssigkeit in Bewegung, es entstehen Schlieren, welche jede Beobachtung unmöglich machen. Sobald jedoch die alte Flüssigkeit vollkommen verdrängt ist, tritt absolute Ruhe ein und es kann die genaue Einstellung auf gleichmäßige Beschattung vorgenommen werden. Mit einem derartigen Polarisationsrohre ist man in Stand gesetzt, leicht 110 bis 120 Polarisationen in einer Stunde vorzunehmen. Zur Verdrängung der im Rohr vorhandenen Flüssigkeit, beziehungsweise zur Neufüllung derselben sind nicht mehr als höchstens 10 Cbcm. Flüssigkeit erforderlich.

2. Bestimmung des Mark-, beziehungsweise Saftgehaltes. Unter Mark der Rübe versteht man die in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen Bestandtheile nach Abzug von Sand und Asche. Der Markgehalt beträgt bei normalen Rüben nur ca. 5%, die Differenz auf 100 bildet den Saftgehalt. Letzterer kann einerseits annähernd in der Weise ermittelt werden, daß z. B. 100 Gramm Brei bei 300 Atmosphären abgepreßt werden und der Preßrückstand, die Pülpe, zurückgewogen wird. Die Differenz auf 100 entspricht dann dem Saftgehalte.

Vollkommen genau kann die Bestimmung jedoch nur auf gewichtsanalytischen Wege erfolgen. Man bringt zu diesem Zwecke vorerst ein Filter in einem Wägegläschen in den Wasserbadtrockenschrank und trocknet es bis zur Gewichtsconstanz (circa 6 bis 12 Stunden). Hierauf legt man das

Digitized by Google

Filter in einen Trichter ein, benetzt es mit Wasser und spült mit Wasser den in einem anderen Wägegläschen abgewogenen geschliffenen Brei (circa 5 Gramm) auf das Filter. Dieser wird nun mit kaltem und heißem Wasser, Alkohol und Aether so lange gewaschen, bis die ablaufende Flüssigkeit nicht nur farblos ist, sondern auch eine auf ein Uhrglas gebrachte Probe verdampft werden kann, ohne daß ein Rückstand verbleibt. Ist dies der Fall, so bringt man das Filter sammt dem darauf befindlichen Marke abermals in dasselbe Wägefläschchen und trocknet es bis zur Gewichtsconstanz. Die Zunahme des Gewichtes ergiebt den Markgehalt der angewendeten Substanzmenge. Schließlich verascht man Filter sammt Mark und bringt das Gewicht der rückbleibenden Asche und des eventuell vorhandenen Sandes von dem ursprünglich erhobenen Gewichte in Abzug.

Beispiel:

Wägefläschchen und Brei	30·1729 Gr.
Wägefläschchen	26·1729 »
Brei	5·000 Gr.
Gewicht des Wägefläschchens, Filter und Mark	31·5800 Gr.
Gewicht des Wägefläschchens und Filter .	31·3280 »
	0·2520 Gr.
Darin Asche und Sand	0·0020 »
	0·2500 Gr.

$$100 : 5{\cdot}000 = x : 0{\cdot}25$$

$$x = 5{\cdot}00\,\%\ \text{Mark}$$

$$100 - 5{\cdot}00 = 95{\cdot}00\,\%\ \text{Saft.}$$

3. Bestimmung der Trockensubstanz. Diese erfolgt, indem eine abgewogene Menge des Rübenbreies in einem Wägefläschchen bei 100 Grad bis zur Gewichtsconstanz getrocket wird. 100 — Trockensubstanz ergiebt den Wassergehalt.

Digitized by Google

Frische Schnitte und Diffusionsrückstände werden ebenfalls nach den angegebenen Methoden untersucht. Die Zerkleinerung derselben erfolgt mittelst einer Fleischhackmaschine; der entstehende feine Brei ist innig mit dem austretenden Safte zu mischen. Bei Untersuchung der Diffusionsrückstände empfiehlt es sich, ihres geringen Zuckergehaltes wegen, größere Mengen der Untersuchung zu unterziehen oder nur den ausgepreßten Saft zu untersuchen.

Untersuchung der Samenrüben. Unter Samenrüben versteht man jene Rüben, von welchen man Samen gewinnen will. Erfahrungsgemäß vererben sich die Eigenschaften einer Rübe ziemlich vollständig, aus dem von einer zuckerreichen Rübe stammenden Samen werden wieder zuckerreiche Rüben entstehen. Man trifft daher unter den Rüben auf Grund ihres Zuckergehaltes eine Auswahl und verwendet nur jene zur Fortpflanzung, welche einen gewissen Zuckergehalt aufweisen. In Samenzuchtanstalten ist man daher genöthigt, binnen kurzer Zeit (im zeitlichen Frühjahre) den Zuckergehalt Tausender von Rüben zu bestimmen. Es geschieht dies, indem man mittelst eigener Bohrer die Rübe schräg durchbohrt und den je nach der Construction des Bohrers erhaltenen Cylinder oder Brei entweder auspreßt und den Saft nach der Maßmethode oder den Brei nach Pellets wässeriger Digestion untersucht. Hierbei findet die Pellet'sche Röhre ganz besonders zweckmäßige Anwendung. Nur Rüben, welche einen über ein gewisses Maß liegenden Zuckergehalt aufweisen, werden zur Weiterzucht verwendet.

In neuester Zeit macht das Verfahren von Herles viel Aufsehen, da es bei großer Genauigkeit schnell auszuführen ist und nur geringe Auslagen erfordert. Dasselbe besteht darin, daß der Saft der Rübe (derselbe wird durch Auspressen des erbohrten Breies erhalten) in einem eigenen Pipettenpyknometer (eine auf beiden Seiten verschließbare Pipette, in welcher der Saft aufgesogen wird) auf einer besonders construirten Wage gewogen wird. Diese ist derart eingerichtet, daß sie direct nach Auflegung des gefüllten Pyknometers

Digitized by Google

Saccharometergrade des untersuchten Saftes anzeigt. Die mittelst des Pyknometers bestimmten Saccharometergrade sollen dem wirklichen Zuckergehalt der Rübe besser entsprechen als wie die Ergebnisse der Saftpolarisation. Für solche allgemeine Ermittlung des Zuckergehaltes, wo es sich z. B. nur darum handelt, zu bestimmen, ob derselbe über oder unter 17 % liegt, mag ein solches expeditives Verfahren immerhin genügen, doch darf dasselbe niemals dort verwendet werden, wo es sich um genaue und vollkommen verläßliche Zahlen handelt.

Digitized by Google

Achter Abschnitt.

Untersuchung von Kalk- und Strontium-Saccharaten und von Abfalllaugen.

Melasse wird in der Weise entzuckert, daß der in ihr vorhandene Zucker in Verbindungen übergeführt wird, welche unter gewissen Umständen unlöslich sind. Man verwendet hierzu die Verbindungen mit Kalk, Strontium oder Baryt, welche den Namen Saccharate führen. Zum Zwecke der Reinigung werden diese Saccharate mit verschiedenen Flüssigkeiten gewaschen, um die Nichtzuckerstoffe zu entfernen. Als Waschmittel finden für Kalksaccharate 35procentiger Alkohol, für Strontiumsaccharate gesättigte Lösungen von Strontiumhydroxyd Anwendung. Diese Waschflüssigkeiten ergeben, nachdem sie verschiedenen Behandlungen unterzogen wurden, die sogenannten End- oder Abfalllaugen. Diese enthalten nur sehr wenig Zucker, dagegen den größten Theil des in der Melasse vorhanden gewesenen organischen wie unorganischen Nichtzuckers. Die Saccharate werden entweder direct auf Zucker verarbeitet (Strontium- und Baryumsaccharat) oder zur Scheidung der Rohsäfte verwendet (Kalksaccharat). Die Endlaugen finden als werthvolle Düngemittel ihres Kali- und Stickstoffgehaltes wegen Verwendung.

A. Kalksaccharate. Die Untersuchung derselben erfolgt zweckmäßig in der Weise, daß im ursprünglichen Saccharate nur Zucker und Kalk bestimmt wird, die Bestimmung aller anderen wichtigen Stoffe geschieht im sogenannten saturirten Safte. Um diesen zu erhalten, wird das

Digitized by Google

Saccharat mit Kohlensäure zersetzt, die Flüssigkeit vom abgeschiedenen kohlensauren Kalke abfiltrirt und letztere untersucht. Die Umrechnung auf das ursprüngliche Saccharat erfolgt unter Berücksichtigung der Zuckergehalte nach dem im Folgenden ausgeführten Beispiele.

1. Bestimmung des specifischen Gewichtes der unsaturirten Saccharate. Diese Bestimmung kann selbstverständlich nur in sogenannter »Zuckerkalkmilch« erfolgen. In einem 50 Cbcm.-Kölbchen wird das luftfreie Saccharat gewogen und aus einem absoluten Gewichte und dem diesem entsprechenden Volumen (50 Cbcm.) das specifische Gewicht berechnet.

2. Bestimmung des Zuckergehaltes. Aus dem Saccharate muß zunächst der Zucker in Freiheit gesetzt werden, was mittelst Essigsäure erfolgt.

Man wägt zu diesem Zwecke das $1^1/_4$ fache Normalgewicht des Saccharates ab und spült es verlustlos in einen 250 Cbcm.-Kolben. Hierauf fügt man ein bis zwei Tropfen einer alkoholischen Phenolphtaleïnlösung hinzu. Diese wird durch freien Aetzkalk, sowie durch Kalksaccharat intensiv roth gefärbt. Nun fügt man so lange tropfenweise concentrirte Essigsäure zu dem Kolbeninhalte, indem man diesen in lebhafter Bewegung erhält, bis die rothe Farbe der Flüssigkeit verschwunden ist. Dann ist aller Zuckerkalk zerlegt und noch etwas freie Essigsäure vorhanden. Diese wird abgestumpft, indem man tropfenweise so lange eine Lösung von kohlensaurem Natron (Soda) hinzufügt, bis die rothe Färbung eben wieder auftritt und nach kräftigem Umschütteln bleibt. Ist dieser Punkt erreicht, so wird die rothe Färbung durch eine geringe Menge Essigsäure zum Verschwinden gebracht, da sie das Polarisiren stören würde, mit Bleiessig geklärt, filtrirt und polarisirt. Der abgelesene Drehungsbetrag $\times$ 2 giebt Procente Zucker.

3. Bestimmung des Kalkgehaltes. 5 Gramm des Saccharates oder 10—15 Gramm der Zuckerkalkmilch werden in einer großen Porzellanschale mit viel Wasser verrührt und unter Zusatz einiger Tropfen Lackmustinctur mit

Digitized by Google

Normalsalzsäure oder -Salpetersäure bis zum Verschwinden der Blaufärbung titrirt. Zweckmäßig legt man hier eine entsprechende Menge Normalsäure vor, bis die Flüssigkeit stark roth geworden und titrirt die überschüssige Normalsäure mit Normallauge zurück, bis der Farbenumschlag in Blau wahrzunehmen ist. Dieser ist leichter zu erkennen, als der Umschlag in Roth. Auch erhält man, wenn man die letzten Antheile Lauge aus einer in Hundertstel Cbcm. getheilten Bürette zutropfen läßt, viel genauere Resultate.

Beispiel: 10·0 Gramm einer Zuckerkalkmilch wurden abgewogen. Auf Zusatz von 35·0 Cbcm. Normalsalzsäure trat deutliche Rothfärbung ein. Zur Rücktitrirung mit Normalkalilauge waren 4·72 Cbcm. erforderlich. Die in 10 Gramm Substanz enthaltene Kalkmenge brauchte daher 35—4·72 = 30·28 Cbcm. Normalsalzsäure zur Neutralisirung. 1 Cbcm. Normalsalzsäure entspricht 0·028 Gramm Kalk (CaO), 30·28 daher 30·28 × 0·028 = 0·84784 Gramm CaO. In 100 Gramm Lauge sind dann 10 × 0·8478 = 8·478 Gramm Kalk (CaO) enthalten.

Untersuchung des saturirten Saftes. Derselbe wird in der Weise bereitet, daß 200 bis 300 Gramm des Saccharates (ohne früher abgewogen zu werden) mit Wasser verrührt und in einen Kolben von circa 1—1½ Liter Inhalt gespült werden. Der Kolben wird mit einem zweifach durchbohrten Kautschukstöpsel verschlossen. In einer Durchbohrung steckt ein kurzes Glasrohr, über welches ein Stück Kautschukschlauch gezogen ist, dieses wird mittelst eines Quetschhahnes zugeklemmt. Durch die andere Durchbohrung führt ein Rohr bis nahe an die Flüssigkeitsoberfläche im Kolben herab; durch dasselbe wird Kohlensäure, welche in einem Kipp'schen Apparate (siehe Fig. 51) aus Marmor und Salzsäure entwickelt und in einer mit Schwefelsäure gefüllten Waschflasche getrocknet wird, zugeleitet. Vorerst läßt man die Kohlensäure in vollem Strome bei geöffnetem Quetschhahne den Kolben durchstreichen, um die Luft aus demselben zu verdrängen. Ist dies erfolgt, so wird der Quetschhahn geschlossen, und nun der Kolben ost-

Digitized by Google

mals und andauernd geschüttelt. Der Kalk absorbirt die auf der Flüssigkeit unter einem gewissen Drucke lastende Kohlensäure, und zwar um so rascher, je größer dieser Druck, welcher von der Größe und der Füllung des Kipp'schen Apparates abhängig ist, und verwandelt sich in kohlensauren Kalk, während gleichzeitig der Zucker, welcher früher mit ihm verbunden war, in Freiheit gesetzt wird. Durchstreichen schließlich nach starkem Schütteln des Kolbens keine Kohlensäureblasen mehr die Flüssigkeit der Waschflasche, so ist dies ein Zeichen, daß aller Kalk an Kohlensäure gebunden, die Saturation daher beendet und aller Zucker in Freiheit gesetzt ist. Man spült nun den Kolbeninhalt in eine Schale und erwärmt auf dem Wasserbade, um den stets vorhandenen, theilweise löslichen doppeltkohlensauren Kalk in unlöslichen kohlensauren Kalk überzuführen. Ist dies erfolgt, so wird durch ein Faltenfilter filtrirt und das abgekühlte klare Filtrat zu den weiteren Untersuchungen verwendet. — In Fabriken thut man gut, die Saturation nicht mittelst Kohlensäure, welche in einem Kipp'schen Apparate entwickelt wurde, sondern mit der aus den Kalk-Kohlensäureofen stammenden vorzunehmen. Da diese unter höherem Drucke steht, verläuft die Saturation viel rascher, während sie, nach dem geschilderten Falle ausgeführt, mindestens 12—16 Stunden erfordert.

Zucker und Wasser-, beziehungsweise Trockensubstanzgehalt werden nach den schon wiederholt angegebenen Methoden bestimmt. Abweichend von den bisher beschriebenen Ausführungsweisen ist nur die Bestimmung des Aschengehaltes. Es wird nämlich einerseits die sogenannte Kalkasche bestimmt, d. i. der in Wasser unlösliche Antheil der Asche, welcher hauptsächlich aus kohlensaurem Kalke besteht und in Form löslicher, organisch-saurer Kalksalze im saturirten Safte gelöst bleibt. Bei der Veraschung werden diese unter Abscheidung von kohlensaurem Kalke zersetzt. Andererseits bestimmt man auch den in Wasser löslichen Antheil (Chloride, Sulfate, Carbonate) der Alkalien; derselbe wird als Alkali-Asche bezeichnet.

Digitized by Google

Zur Ausführung dieser Bestimmungen werden 20 bis 30 Gramm des saturirten Saftes in einer gewogenen, größeren Platinschale verkohlt und die Kohle, wie bei Bestimmung der Zuckerasche nach der Carbonatmethode (S. 166), wiederholt mit heißem Wasser ausgelaugt. Das Wasser, welches vollkommen farblos sein muß, enthält die Alkaliasche in Lösung, und wird durch ein aschenfreies Filter filtrirt, um die darin suspendirten Kohletheilchen zurückzuhalten. Ist das Wasser braun gefärbt, so ist dies ein Zeichen, daß die Verkohlung der Substanz unvollständig war. Schließlich wird Filter sammt Kohle in der Platinschale vollkommen verascht und gewogen; die Gewichtszunahme entspricht der Kalkasche. Die Veraschung ist bei niederer Temperatur vorzunehmen, da sonst kohlensaurer Kalk in Aetzkalk verwandelt wird. Um dies sicher zu vermeiden, befeuchtet man nach erfolgter Veraschung die Asche mit einigen Tropfen kohlensaurem Ammon und raucht dieses über kleiner Flamme ab.

Das Filtrat, in welchem die Alkaliasche gelöst ist, wird in einer gewogenen Platinschale zur Trockene verdampft, schwach geglüht und gewogen. Heftiges Glühen ist zu vermeiden, da bei höheren Temperaturen die Chloride der Alkalien flüchtig sind. Die Gewichtszunahme entspricht der Alkaliasche der eingewogenen Substanz. Kalkasche und Alkaliasche werden nun in Gewichtsprocenten ausgedrückt.

Die saturirte Menge des Saccharates war nicht gewogen worden; um die in dem saturirten Safte erhaltenen Zahlen auf das ursprüngliche Saccharat umzurechnen, verfährt man in folgender Weise:

Beispiel: Die Zusammensetzung eines aus Zuckerkalkmilch durch Saturation erhaltenen Saftes war folgende:

23·51	Procente	Zucker,
1·27	»	Alkaliasche,
0·43	»	Kalkasche,
72·80	»	Wasser,
1·99	»	Organ. Nichtzucker (Differenz).
100·00		

Digitized by Google

Der Quotient dieses Saftes beträgt (Trockensubstanz = 100—72·80) $\frac{23·51 \times 100}{27·20} = 86·43$.

100 Theile Trockensubstanz enthalten:

86·43	Procente	Zucker,
4·67	»	Alkalische,
1·58	»	Kalkasche,
7·32	»	Organ. Nichtzucker.
100·00		

Auf 100 Theile Zucker sind enthalten:

5·40	Procente	Alkalische,
1·82	»	Kalkasche,
8·46	»	Organ. Nichtzucker.

Die Zusammensetzung der ursprünglich vorhandenen Zuckerkalkmilch wird nun unter der Annahme, daß das Verhältniß Zucker zu Nichtzucker im saturirten Safte das gleiche sei wie in der ursprünglichen Substanz, folgendermaßen berechnet: Die Zuckerkalkmilch habe bei der Untersuchung einen Gehalt von 17·00% Zucker und von 8·47% Aetzkalk ergeben.

$$23·51 : 1·27 = 17·00 : x$$

Zucker — Alkalische (im saturirten Saft) — Zucker — Alkalische (in der Zuckerkalkmilch)

$x = 0·91$ Procente Alkalische in der Zuckerkalkmilch.

Nach demselben Ansatze berechnet man den Gehalt an Kalkasche und organischen Nichtzucker; ersterer beträgt 0·31, letzterer 1·43 Procent.

Die untersuchte Zuckerkalkmilch besitzt somit folgende Zusammensetzung:

17·00	Procente	Zucker,
8·47	»	Aetzkalk (Ca O),
0·91	»	Alkalische,
0·31	»	Kalkasche,
1·43	»	Organ. Nichtzucker,
17·88	»	Wasser und Unbestimmtes.
100·00		

Digitized by Google

B. Strontiumsaccharate. Die Untersuchung derselben erfolgt genau nach dem unter A angegebenen Verfahren zur Analyse der Kalksaccharate. — Hat man viele derartige Untersuchungen auszuführen, so wird das Strontian (SrO) zweckmäßig in der Weise bestimmt, daß man die Titration nicht mit normaler Salz- oder Salpetersäure vornimmt, sondern diese zu dreiviertelnormaler Säure (750 Cbcm. Normalsäure auf 1000 Cbcm.) verdünnt. Dann entsprechen bei Titrirung von 10 Gramm Strontiumsaccharat die Anzahl der verbrauchten Dreiviertel-Normalsäure direct Procenten krystallisirten Strontiumhydroxydes ($Sr(OH)_2 + 8\,H_2O$). Nimmt man die Titrirung mit normaler Säure vor, so entspricht 1 Cbcm. 0·13245 Gramm der genannten Verbindung.

C. Untersuchung der Abfalllaugen. Die technische Untersuchung dieser Laugen beschränkt sich nur auf den Zuckergehalt und das specifische Gewicht derselben. Da diese Laugen Abfallstoffe bilden, dürfen sie Zucker nur in ganz geringer Menge enthalten.

Bestimmung des Zuckergehaltes. Derselbe wird entweder durch Einwägung des einfachen Normalgewichtes, beziehungsweise eines Vielfachen davon, oder durch Anwendung der Maßmethode (siehe Seite 193) ermittelt. Im letzteren Falle muß auch das specifische Gewicht dieser Laugen ermittelt werden. Dies geschieht unter Verwendung der Mohr-Westphal'schen Wage (Seite 95) oder mittelst genauer Spindeln. Es schwankt in der Regel zwischen 1·04—1·08. Der Zuckergehalt solcher Laugen muß sich innerhalb sehr niederer Grenzen bewegen.

Die Ermittlung des Werthes solcher Abfalllaugen als künstliche Düngemittel wird in einem späteren Abschnitte behandelt werden.

Digitized by Google

Neunter Abschnitt.

Untersuchung des Schlammes.

Der in den Filterpressen verbleibende Schlamm enthält stets geringe Mengen Zuckers, welche zum größten Theile darin in Lösung, zum geringeren als Saccharat vorhanden sind. Bei der Probenahme des Schlammes ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Schlammkuchen durchaus keine gleichartige Beschaffenheit besitzen. Sie sind an den Rändern und im Innern meist wasser- und somit auch zuckerreicher, man muß daher die zu untersuchende Probe verschiedenen Kuchen an verschiedenen Stellen entnehmen und durch Verreiben in einer großen Reibschale in einen gleichartigen Brei verwandeln.

Die Bestimmung des Zuckergehaltes im Schlamme kann nach vier Methoden erfolgen, und zwar:

1. Durch Saturation mit Kohlensäure,
2. durch Zersetzung mit Essigsäure,
3. durch Zersetzung mit salpetersaurem Ammon,
4. durch Zersetzung mit kohlensaurer Magnesia.

1. Zuckerbestimmung durch Saturation. Vorerst werden 2—3 Gr. Schlamm in einem Wägegläschen abgewogen und darin durch Trocknen bei 100° C. der Wassergehalt bestimmt. Dann wird ein trockener Kolben von ca. 1000 Cbcm. Inhalt auf der Wage tarirt, in denselben 50 Gr. Schlamm gebracht und circa 250 Cbcm. Wasser zugefügt, das Gewicht von Kolben + Schlamm + Wasser wird durch neuerliche Wägung erhoben. Der Inhalt des

Digitized by Google

Kolbens wird nun unter den auf Seite 243 angegebenen Bedingungen mittelst Kohlensäure aussaturirt. Im klaren Filtrate bestimmt man nach der Maßmethode den Zuckergehalt.

Beispiel. Der untersuchte Schlamm enthalte 49·72 Procent Wasser. 50 Gr. Schlamm würden mit 241·0 Gr. Wasser verdünnt, der gesammte Wassergehalt beträgt demnach $241{\cdot}0 + \frac{49{\cdot}72}{2} = 265{\cdot}86$ Cbcm. In diesem Volumen ist daher nach der Saturation der gesammte Zuckergehalt vorhanden. Der Saft wurde nach der Maßmethode untersucht. 100 Cbcm., mit 10 Cbcm. Bleiessig geklärt, polarisiren 6·0°. Da der Saft durch den Bleiessigzusatz um $^1/_{10}$ verdünnt wurde, ist dieser Zahl $^1/_{10}$ zuzuzählen. Der Zuckergehalt beträgt dann $(6{\cdot}0 + 0{\cdot}6) \times 0{\cdot}26048 = 1{\cdot}719$ Procent Zucker im saturirten Safte. In 265·86 Cbcm. Flüssigkeit (= 50 Gr. Schlamm) sind somit enthalten:

$$100 : 1{\cdot}719 = 265{\cdot}86 : x$$
$$x = 4{\cdot}57 \text{ Procent Zucker.}$$

2. Bestimmung des Zuckers durch Zersetzung des Schlammes mit Essigsäure. Die Ausführung erfolgt genau nach dem auf Seite 242 angegebenen Verfahren.

3. Zuckerbestimmung durch Zersetzung mit salpetersaurem Ammon. Diese Art der Ausführung beruht auf der Thatsache, daß sich Zuckerkalk mit salpetersaurem Ammon zu salpetersaurem Kalke, Zucker und Ammoniak umsetzt. Die Ausführung geschieht folgendermaßen:

50 Gramm des gut gemischten Schlammes werden mit 15—16 Gramm salpetersaurem Ammon und Wasser in einer Reibschale innig verrieben und in einem 200 Cbcm.-Kolben gespült. Die Flüssigkeit wird mit 10—15 Cbcm. Bleiessig geklärt, der Schaum mit Aether entfernt, zur Marke aufgefüllt, filtrirt und polarisirt. Die abgelesene Drehung entspricht direct Procenten Zucker im ursprünglich vorhan-

Digitized by Google

denen Schlamme, dies erhellt aus folgender Betrachtung: Der frische Schlamm der Rohzuckerfabriken enthält rund 50 Procent kohlensauren Kalk. Wird das specifische Gewicht desselben zu 2·9 angenommen, so nimmt die in 50 Gr. Schlamm enthaltene Menge von 25 Gr. einen Raum von $2·9 : 1·0 = 25·0 : x = 8·62$ Cbcm. ein.

Nach dem Auffüllen bis zur Marke sind daher im Kolben nicht 200 Cbcm. Flüssigkeit, sondern $200 - 8·62 = 191·38$ Cbcm. vorhanden. In diesen 191·38 Cbcm. ist der im Schlamme vorhandene Zucker in Lösung. Um beim Gebrauch der deutschen Apparate und 200 Cbcm. Lösung direct Procente Zucker zu erhalten, müßte das doppelte Normalgewicht (52·096) an Substanz abgewogen werden, bei Anwendung von 191·38 Cbcm. aber nur

$$200 : 52·096 = 191·38 : x$$
$$x = 49·85 \text{ Gr.}$$

Werden jedoch 50 Gr. Schlamm abgewogen, so verursacht dies einen derart geringen Fehler, daß derselbe vollkommen vernachlässigt werden kann.

4. Zuckerbestimmung durch Zersetzung des Schlammes mit doppeltkohlensaurer Magnesia. (Methode von Konther und Pott.) Dieselbe beruht auf der Umsetzung zwischen doppeltkohlensaurer Magnesia und Zuckerkalk. Es entsteht kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia, welche beide unlöslich sind, während der Zucker in Freiheit gesetzt wird. Die Lösung von doppeltkohlensaurer Magnesia wird in der Weise bereitet, daß man 50 Gr. Magnesia usta, oder das äquivalente Gewicht an Magnesiumcarbonat in eine geräumige Flasche bringt, mit vier Litern Wasser versetzt und nun mit Kohlensäure sättigt, indem man genau so verfährt, wie bei der Bereitung des »saturirten Saftes« (Seite 243) angegeben wurde.

26·048 (oder ein Vielfaches) des Schlammes werden abgewogen und mit dieser Lösung von doppeltkohlensaurer Magnesia (ca. 30 Cbcm.) angerieben, in einen Kolben ge-

Digitized by Google

spült, wenn nöthig, mit einigen Tropfen Bleiessig geklärt, aufgefüllt, filtrirt und polarisirt. Die abgelesenen Grade am Polarimeter entsprechen direct Procenten. Eventuell kann man auch durch verschiedene Versuche das Volumen von 26·048 Gr. Schlamm feststellen (man mißt das von einem gewogenen, vollkommen getrockneten Stücke Schlamm verdrängte Wasser), und muß dasselbe bei Ausführung der Polarisation in der Weise berücksichtigen, daß man um dasselbe mehr Wasser in den Polarisationskolben giebt.

Digitized by Google

Zehnter Abschnitt.

Bestimmung des Zuckergehaltes in gebrauchter Knochenkohle.

Durch Absüßen ist Knochenkohle niemals vollständig vom Zucker zu befreien. Um jedoch ein Maß für die Größe der Zuckerverluste zu besitzen, welche durch den in der Kohle verbleibenden Zuckergehalt bedingt werden, ist es nöthig, jedes der Regenerirung überwiesene Spodium vorerst auf seinen Zuckergehalt zu untersuchen.

Dies geschieht in der Weise, daß 100 Gr. Spodium in einer Porzellanschale wiederholt mit Wasser ausgekocht werden, dadurch wird der Zucker in Lösung gebracht. Das den Zucker enthaltende Wasser wird bis auf ca. 80 Cbcm. am Wasserbade eingedampft, und in ein 100 Cbcm.-Kölbchen gespült. Nachdem mit Bleiessig geklärt wurde, wird bis zur Marke aufgefüllt, filtrirt und polarisirt. Erfolgt die Polarisation im 200 Mm. langen Rohre, so ergiebt der abgelesene Drehungsbetrag mit 0·26048 den Zuckergehalt der feuchten Kohle.

Ist das Wasser in der Knochenkohle bestimmt worden, was durch Trocknung derselben in feingepulvertem Zustande bei 120—140° C. erfolgt, so läßt sich der Zuckergehalt auf trockene Kohle umrechnen.

Beispiel: Die Kohle enthalte 20·00 Procent Feuchte und 0·50 Procent Zucker. In 100 — 20 = 80 Theilen Trockensubstanz sind somit 0·50 Procent Zucker enthalten, in 100 Theilen Trockensubstanz x

$$x = 0{\cdot}62 \text{ Procent Zucker.}$$

Der Gehalt eines genügend abgesüßten Spodiums an Zucker darf höchstens 1·0 Procent Zucker betragen.

Digitized by Google

III. Theil.

Bewerthung der Hilfssubstanzen der Zucker-Fabrikation.

Digitized by Google

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Untersuchung der Knochenkohle.

Das thierische Skelet besteht aus einem aus anorganischen Bestandtheilen (phosphorsaurem und kohlensaurem Kalke) aufgebauten äußerst feinen Gerüste, dessen Hohlräume von organischer Substanz erfüllt sind. Werden Knochen entfettet und dann unter Luftabschluß geglüht, so zersetzen sich die organischen Bestandtheile unter Abscheidung von äußerst fein vertheiltem Kohlenstoffe. Die Form und Structur des Knochens bleibt dabei vollständig erhalten, und diesem innigen Gemenge der Kohle mit den anorganischen Bestandtheilen der Knochen verdankt das Spodium seine Fähigkeit, in Lösung befindliche Körper auf seiner Oberfläche niederzuschlagen, sie zu absorbiren. Sie wird daher in der Zuckerfabrikation zur Entfärbung und Entkalkung der Säfte verwendet. Weder feinvertheilte Kohle allein, noch das von Kohlenstoff vollkommen befreite Knochengerüste ist im Stande, dieselbe Wirkung auszuüben wie das Spodium.

Die Wirkungsweise der Knochenkohle beruht auf ähnlichen Vorgängen wie jene, welche die Diffusion bewirken.

Jede Lösung stellt uns ein im vollständigen Gleichgewichte befindliches System von Molecülen und Molecülgruppen vor. Wird nun dieses Gleichgewicht dadurch gestört, daß eine Substanz in die Lösung gebracht wird, welche zu einem der gelösten Stoffe eine größere Anziehungskraft besitzt als die lösenden Wassermolecüle, so wird eine Wanderung dieses Stoffes zu dem anziehenden Körper stattfinden, er wird absorbirt. Durch die Absorption wird jedoch die absorbirende Kraft des Körpers, z. B. der

Digitized by Google

Knochenkohle, immer mehr und mehr verhindert, schließlich kommt auch hier der Punkt des Gleichgewichtes, in welchem in der Zeiteinheit die Menge der absorbirten Stoffe gleich ist der vom Lösungsmittel wieder zurückgerissenen, wodurch der Absorptionswirkung ein Ende bereitet ist. Wird die Menge des Spodiums vermehrt, so tritt neuerliche Absorption ein, bis schließlich die Menge der absorbirbaren Stoffe gleich Null geworden ist.

Wird der mit absorbirten Stoffen beladene Körper nun in reines Wasser gebracht, so kann andererseits wieder der Fall eintreten, daß die Anziehungskraft der Wassermolecüle überwiegt, wodurch dann wieder ein Theil oder alle absorbirten Stoffe in Lösung gehen.

Die Wirkung der Knochenkohle ist eine rein physikalische und ist schließlich auf die Structur der Kohle zurückzuführen; sie beruht auf Massenanziehung, welche durch die große Oberfläche der Kohle bedingt ist.

Die Fähigkeit der Knochenkohle, absorbirend zu wirken, ist nicht gegen alle Körper die gleiche, einzelne werden mehr, andere weniger, dritte überhaupt nicht absorbirt, die Knochenkohle ist daher auch im Stande, chemische Umsetzungen hervorzurufen.

Farbstoffe werden am leichtesten und gründlichsten festgehalten und lassen sich der Kohle durch Auswaschen auch nicht mehr entziehen; sie wirkt daher als ausgezeichnetes Entfärbungsmittel.

Zucker wird wohl von der Knochenkohle absorbirt, jedoch nur in ganz geringem Maße, überdies läßt er sich durch Auswaschen mit Wasser fast vollständig gewinnen.

Kalk wird ebenfalls durch die Wirkung der Kohle niedergeschlagen. Somit werden Säfte durch die Filtration entkalkt, und zwar um so gründlicher, bei je höherer Temperatur die Kohle Gelegenheit hat einzuwirken. Die Filtration wird daher immer möglichst heiß ausgeführt. Der Kalk findet sich auf der Kohle als kohlensaurer Kalk niedergeschlagen, eine Thatsache, welche nach Stohmann dafür

Digitized by Google

spricht, daß der Kalk in saturirten Zuckersäften als Kohlensäure-Zucker-Kalkverbindung enthalten sei.

Je mehr die Knochenkohle sich mit kohlensaurem Kalke beladt, desto geringer wird ihre absorbirende Kraft für andere Stoffe, und schließlich wird sie eben so unwirksam, wie wenn sie mit einem anderen absorbirbaren Körper, z. B. mit Farbstoff, beladen wäre. Durch Auswaschen mit Wasser läßt sich der Kalk ebensowenig entfernen wie der Farbstoff, die Dauer der Anwendbarkeit der Kohle wäre daher eine äußerst begrenzte, wenn nicht eine »Wiederbelebung« möglich wäre. Diese besteht dem Principe nach in einer Lösung des kohlensauren Kalkes in verdünnter Salzsäure.

Gegenüber gelösten Salzen zeigt die Kohle ein verschiedenes Verhalten. Die Salze mancher organischer Säuren, wie oxalsaures und citronensaures Kali und Natron, essigsaure Salze, werden in geringerem Maße zurückgehalten. Von den anorganischen Salzen werden die phosphorsauren, schwefelsauren und kohlensauren reichlich absorbirt, die salpetersauren weniger, die Chloride fast gar nicht.

Der oben entwickelten Theorie der Absorption entsprechend, lassen sich alle jene Salze, welche nur wenig absorbirt werden, am leichtesten durch Waschen mit Wasser wieder entfernen. Schwer auszuwaschen ist dagegen der schwefelsaure Kalk (Gyps), welcher durch besondere Reinigungsverfahren entfernt werden muß.

Von den organischen Nichtzuckerbestandtheilen werden manche absorbirt, jedoch leicht wieder an Wasser abgegeben, bei der Wiederbelebung ist speciell auf diese Rücksicht zu nehmen.

Das äußere Ansehen einer Knochenkohle gestattet schon eine Werthschätzung derselben. Gute, brauchbare Kohle soll eine tiefschwarze Färbung besitzen; graue Farbe zeigt zu starke, braune zu schwache Verkohlung an. Ferner soll die Kohle ein mattes Ansehen haben; hoher Glanz hängt meist mit geringer Porosität zusammen. Die Stücke sollen nicht

Digitized by Google

leicht zerbrechlich sein und an der Zunge haften, ein Beweis, daß die Kohle nicht zu sehr mit Feuchtigkeit durchsetzt ist.

Auch die chemische Beschaffenheit ist in hohem Grade maßgebend. Gute Kohle darf nicht über 10 Procent Feuchtigkeit besitzen; der Kohlenstoffgehalt soll sich zwischen 7·5 bis 10 Procent bewegen. An kohlensaurem Kalk sollen 7 bis 8 Procent vorhanden sein; diese Menge soll auch bei altem Spodium nicht überschritten werden, was durch gut geleitete Wiederbelebung zu regeln ist. Der Sandgehalt, d. i. der Gehalt an in Salzsäure Unlöslichem, und das Unverbrennliche soll 1 Procent nicht übersteigen.

Frische Knochenkohle wird nach ihrem Gehalte an Feuchtigkeit (Wasser), ferner an Kohlenstoff und in Säuren Unlöslichem (Sand und Thon) bewerthet. Der Kohlenstoffgehalt wird auf 100 Theile trockener Kohle bezogen, angegeben.

Auf die Musterziehung ist besonders Rücksicht zu nehmen. Man verfährt am besten in der Weise, daß an verschiedenen Stellen größere Mengen entnommmen werden, welche man innig mischt und welchen man schließlich erst das zur Untersuchung bestimmte Muster entnimmt.

Dieses wird zunächst gewogen, und durch Aussuchen von den in ihm fast immer enthaltenen fremden Bestandtheilen (größere Sandkörner und kleine Steine, Eisenstücke u. s. w.) befreit, der Gehalt an solchen wird procentisch ausgedrückt und als »Fremdes« angegeben.

Zur weiteren Analyse wird nun die Knochenkohle durch Stoßen und Reiben in ein feines Pulver verwandelt.

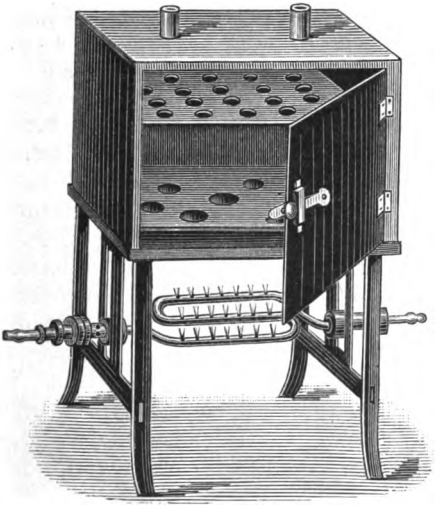
1. Bestimmung des Gehaltes an Feuchtigkeit (Wasser). Von der gepulverten Kohle werden annähernd zehn Gramm in einem Wägefläschchen abgewogen und durch 6 Stunden bei 120 bis 140 Grad C. getrocknet. Die Trocknung muß bei dieser Temperatur vorgenommen werden, da Knochenkohle die Feuchte hartnäckig festhält und dieselbe bei 100 Grad nur unvollständig abgeben würde. Sie erfolgt in einem in Fig. 78 abgebildeten Trockenschranke für höhere

Digitized by Google

Temperaturen, welcher wohl keiner näheren Erläuterung bedarf.

Längeres Trocknen ist zu vermeiden, da sonst Substanzverluste, bedingt durch langsame Verbrennung von Kohlenstoff, eintreten könnte. Nach dem Erkalten wird das Wägefläschchen + Kohle rasch gewogen, die Gewichtsabnahme entspricht dem abgegebenen Wasser.

Fig. 78.



Beispiel.

Wägefläschchen + Kohle . .	46·9875 Gramm
Wägefläschchen	36·7610 »
	10·2265 Gramm
Wägefläschchen + Kohle vor der Trocknung	46·9875 Gramm
» » nach » »	46·0270 »
Abnahme	0·9605 Gramm

10·2265 : 100 = 0·9605 : x

x = 9·39 Procent Feuchtigkeit.

Digitized by Google

2. Bestimmung von Kohlenstoff, Sand und Thon. Genau zehn Gramme Substanz werden in ein Becherglas gebracht und mit verdünnter Salzsäure ausgekocht. Es gehen die löslichen mineralischen Bestandtheile (kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk) in Lösung, während Kohlenstoff, Sand und Thon ungelöst hinterbleiben. Das Zufügen der Salzsäure hat vorsichtig zu geschehen, da durch die eintretende Kohlensäureentwicklung leicht ein Verspritzen von Substanz eintreten könnte; auch das Kochen nimmt man aus demselben Grunde am zweckmäßigsten in einem mit einem Uhrglase bedeckten Becherglase vor. Ist das Auskochen beendet (Dauer mindestens eine halbe Stunde), so filtrirt man durch ein bei 100 Grad Celsius getrocknetes und gewogenes Filter. Auf demselben bleiben Kohlenstoff, Sand und Thon zurück. Diese werden nun so lange mit heißem Wasser gewaschen, bis das ablaufende Waschwasser, mit einem Tropfen Silbernitratlösung versetzt, sich nicht mehr trübt. Dies ist ein Zeichen, daß keine Salzsäure und somit auch keine gelösten Mineralstoffe mehr vorhanden sind. Man bringt nun das Filter sammt Kohle ꝛc. in das ursprüngliche Wägegläschen und trocknet bis zur Gewichtsconstanz bei 100 Grad C. Vorher wäscht man zweckmäßig noch einigemale mit absolutem Alkohol, um das Wasser zu verdrängen, das Trocknen geht dann viel rascher von Statten. Die Gewichtszunahme gegenüber dem Gewichte des Wägefläschchens + Filter entspricht der Menge Kohlenstoff + Sand.

Man bringt nun das Filter sammt seinem Inhalte in einen ausgeglühten und gewogenen Platintiegel und verascht die Kohle sammt Filter bei schwacher Rothglut und unbedecktem Tiegel. Die Gewichtszunahme desselben (Sand und Thon) bringt man von der Menge Kohlenstoff + Sand in Abzug, der Rest entspricht dem vorhandenen Kohlenstoffe.

Beispiel.

Wägefläschchen + Filter + Kohle + Sand	37·0420 Gramm
» »	36·2025 »
Kohle + Sand .	0·8395 Gramm

Digitized by Google

Platintiegel + Sand und Thon	17·2030 Gramm
Platintiegel	17·0960 »
	0·1070 »
	1·07 % Sand.
Kohle + Sand . .	0·8395 Gramm
ab Sand . . .	0·1070 »
	0·7325 Gramm

7·325 Procent Kohlenstoff.

Da die Kohle 9·39 Procent Feuchte, daher 90·61 Procent Trockensubstanz enthält, enthalten 100 Theile Trockensubstanz

$$90{\cdot}61 : 100 = 7{,}325 : x, \quad x = 8{\cdot}09 \text{ Procent.}$$

Während des Gebrauches im Fabriksbetriebe schlagen sich auf der Knochenkohle kohlensaurer Kalk, schwefelsaurer Kalk (Gyps) und Farbstoffe nieder. In dem Maße, als dies geschieht, wird die Knochenkohle unwirksamer, ihre absorbirende Kraft nimmt ab. Von Zeit zu Zeit ist daher der kohlensaure Kalk zu entfernen, es geschieht dies durch die Wiederbelebung, wobei man denselben mittelst verdünnter Salzsäure in Lösung bringt. Der ursprüngliche Gehalt der Knochenkohle an kohlensaurem Kalke schwankt zwischen 6 und 8 Procent, im Mittel beträgt derselbe 7 Procent. Es darf daher die Entfernung des kohlensauren Kalkes nur so weit bewirkt werden, daß rund 7 Procent kohlensaurer Kalk (sog. Constitutionskalk) in der Kohle verbleiben. Würde mehr Kalk entfernt, so würde Kohlenstoff in feinster Vertheilung abgeschieden, welcher die Poren der Kohle verstopfen und dadurch deren Wirksamkeit herabdrücken würde. Vor der Regenerirung ist daher stets der Gehalt von kohlensaurem Kalke festzustellen.

3. Bestimmung des kohlensauren Kalkes. Dieselbe erfolgt in der Weise, daß die im Spodium vorhandene Kohlensäure quantitativ ermittelt und auf kohlensauren Kalk umgerechnet wird. Die Kohlensäure kann nach drei Methoden bestimmt werden, und zwar:

a) mittelst des Geißler'schen Apparates (durch Austreibung),

Digitized by Google

b) mittelst des Scheibler'schen Apparates (durch Bestimmung ihres Volumens),

c) durch directe Wägung.

a) Bestimmung der Kohlensäure nach Geißler. Dieselbe wird mittelst des Apparates Fig. 79 vorgenommen.

In dem Kölbchen A wird durch die mit einem eingeriebenen Glasstöpsel versehene Oeffnung a die abgewogene Menge des kohlensauren Salzes (1—2 Gramm) eingefüllt und mit einer Spritzflasche die etwa in dem Halse a hängende Substanz nachgespült. Mit dem Kölbchen A communicirt der Ansatz B durch den Glashahn b, durch welchen aber auch die Communication unterbrochen werden kann. B wird mit einem eingeriebenen Glasstöpsel c geschlossen, nachdem Schwefelsäure, oder wenn das zu zersetzende Salz mit dieser unlösliche Verbindungen giebt, Salpetersäure eingefüllt wurde. Der Ansatz C besteht aus mehreren in einander gehenden Gläsern; er wird durch g mit englischer Schwefelsäure bis unterhalb der ersten Kugel d gefüllt.

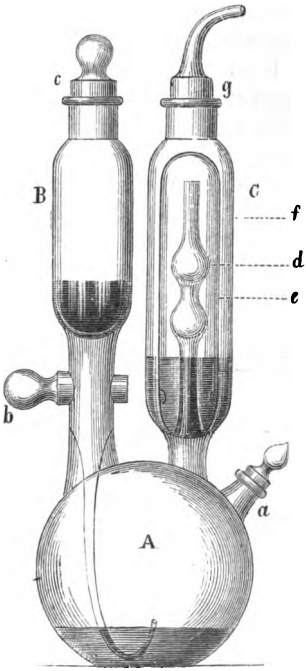
Die Säure gelangt zuerst in den äußeren Ring f, von da durch zwei kleine Oeffnungen in den inneren Ring e und stellt sich in diesem auf das gleiche Niveau mit f; g ist ein in ein Glasröhrchen auslaufender Stöpsel.

Nachdem die abgewogene Substanz sich in A befindet, B mit der zur Zersetzung erforderlichen Säure und der andere Glasansatz mit englischer Schwefelsäure gefüllt worden ist, wird der Apparat gewogen. Man lüftet den Stöpsel c und läßt durch b langsam die Säure nach A strömen. Zunächst wird Luft ausgetrieben, dann entwickelt sich Kohlensäure. Diese streicht zuerst durch d nach e, drückt die darin enthaltene Schwefelsäure durch die Oeffnungen nach f und entweicht schließlich, nachdem sie die Schwefelsäure passirt hat, durch g. Hat die Kohlensäureentwickelung nachgelassen, so läßt man wieder frische Säure aus B nachlaufen und wiederholt dies, bis die Zersetzung vollendet ist. Da jedoch die Kohlensäure zum Theile in der Flüssigkeit gelöst, auch

Digitized by Google

das Gefäß A mit gasförmiger Kohlensäure gefüllt ist, was beides, falls man jetzt wägen würde, das Resultat beeinträchtigen würde, so erhitzt man allmählich die Flüssigkeit im Apparate zum Kochen, wodurch nun die Kohlensäure ausgetrieben, während der Wasserdampf von der Schwefelsäure zurückgehalten wird. Nachdem die Flüssigkeit erhitzt war, wobei darauf zu achten ist, daß B geschlossen bleibt und sich nicht zu stark erwärmt, läßt man den Apparat erkalten. Da sich in A der Wasserdampf verdichtet, so muß durch g Luft nachdringen; sie nimmt den umgekehrten Weg wie die Kohlensäure und drängt die Schwefelsäure aus f nach e. Hat man die richtige Menge von ihr angewandt, so wird sie nicht so hoch steigen, daß sie durch d nach A überläuft. Ist der Apparat auf Lufttemperatur abgekühlt, so wird e gelüftet, b geöffnet und durch g mittelst eines Kautschukschlauches ungefähr ein Viertel Liter Luft durchgesaugt und der Apparat dann gewogen. Die Differenz zwischen den Abwägungen ergiebt die Menge der ausgetriebenen Kohlensäure in dem angewandten kohlensauren Salz.

Fig. 79.



Um die gefundene Kohlensäure auf kohlensauren Kalk umzurechnen, verfährt man folgendermaßen: 44 Theile Kohlensäure geben 100 Theile kohlens. Kalk, 1 Theil Kohlensäure daher $\frac{100}{44} = 2{\cdot}2727$ Theile kohlens. Kalk. Man

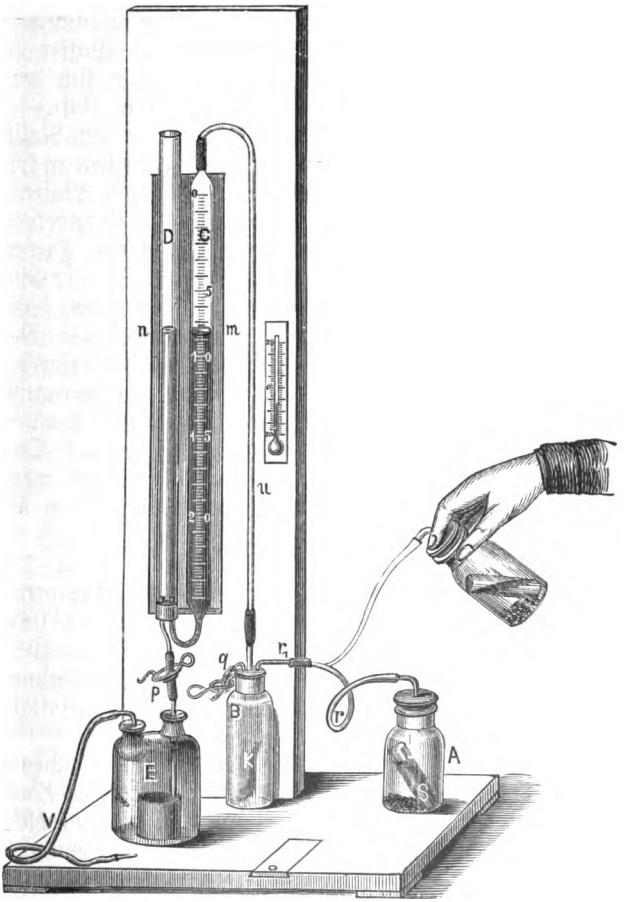
braucht daher die gefundene Kohlensäuremenge nur mit 2·2727 zu multipliciren.

b) Bestimmung der Kohlensäure mittelst des Scheibler'schen Apparates. Derselbe ist in Fig. 80 abgebildet. Zur Aufnahme der fein gepulverten Knochenkohle dient die tubulirte Flasche A. Die Entwickelung geschieht durch Salzsäure, welche sich in dem in A aufrechtstehenden Guttaperchacylinder S befindet. Die Flasche A wird durch einen sorgfältig eingeriebenen Glasstöpsel mit eingekittetem Gasleitungsrohr verschlossen. Dieses Rohr steht durch einen Kautschukschlauch r mit dem zur Aufnahme der entwickelten Kohlensäure bestimmten Gefäß B in Verbindung. Das Gefäß B ist dreifach tubulirt. Der eine Tubus enthält eine eingekittete Glasröhre r_1, welche einerseits durch den Kautschukschlauch r mit A zusammenhängt, andererseits in die Flasche B hineinreicht und dort mit einer papierdünnen Blase von Kautschuk K luftdicht verbunden ist. Aus B führt ferner ein Glasrohr u zu dem graduirten Rohre C; ein drittes mittelst eines Quetschhahnes verschlossenes Rohr q vermittelt endlich die Verbindung von B mit der äußeren Atmosphäre. Der Gasmeß-Apparat C ist in 25 Scheibler'sche Grade (1 Grad = 4 Cubikcentimeter) und deren Unterabtheilungen getheilt und ist mit einem parallel laufenden Gasdruck-Controlrohr D verbunden. Dieses enthält am unteren Ende eine bei p durch einen Quetschhahn verschließbare Abflußröhre, welche bis auf den Boden des zweihalsigen Wasser-Reservoirs E führt. Durch Einblasen von Luft durch das Kautschukrohr V ist man im Stande, das Wasser nach dem Oeffnen des Quetschhahnes p in die Maß- und Controlröhre D zu drücken. Sämmtliche Theile des Apparates, außer dem Entwickelungsgefäß A, sind durch Metallfassungen an ein Holzstativ dauerhaft befestigt. An dem Stativ befindet sich außerdem noch ein Thermometer. Vor jeder Bestimmung müssen die Röhren C und D bis zum Nullpunkt mit Wasser gefüllt werden. Man nimmt zu diesem Zwecke den Deckel von A ab und bläst durch den Kautschukschlauch V Luft in das Wasser-Reservoir E. (Wo viel mit dem

Digitized by Google

Apparat gearbeitet wird, befindet sich wohl auch an dem

Fig. 80.



Schlauche V ein Gummiball als Blasebalg, um das Ein=

Digitized by Google

blasen von Luft unnöthig zu machen. Derselbe ist dann mit einem Einschnitt versehen und dehnt sich durch seine Elasticität von selbst wieder aus, wenn er zusammengedrückt wird. Will man das Wasser aus C in die Höhe drücken, so verschließt man den Einschnitt mit dem Daumen, comprimirt den Ball kräftig und treibt so das Wasser von E nach D. Wenn der Druck aufgehört hat, füllt sich der Ball durch den Einschnitt von selbst wieder mit Luft.) Man bringt das Wasser in C und D etwas über den Nullpunkt von C, um durch Ablassen nachher genau einstellen zu können, achtet aber mit aller Sorgfalt darauf, daß kein Wasser nach B übertrete, was ein umständliches Auseinandernehmen und Trocknen des Apparates veranlassen würde. Die aus C verdrängte Luft geht in das Gefäß B und drückt die Gummiblase zusammen. Es kann aber der Fall eintreten, daß entweder die Blase nicht gehörig zusammengedrückt ist und durch die entwickelte Kohlensäure Gefahr liefe gesprengt zu werden, oder die Blase schon vollständig zusammengesunken ist, ehe das Wasser an den Nullpunkt gelangen konnte. Im ersten Falle bläst man nach dem Oeffnen des Quetschhahnes q Luft nach B, im zweiten Falle öffnet man den Quetschhahn q, während man durch Einblasen in V das Wasser hebt.

Dem Apparat gebe man eine solche Stellung, daß er stets in einer möglichst gleichmäßigen Temperatur verbleibe, also weder vom directen Sonnenlicht, noch von der strahlenden Wärme eines Ofens getroffen werde, damit nicht, veranlaßt durch die Temperaturveränderung, Ausdehnungen oder Zusammenziehungen der Luft in B die Resultate beeinträchtigen.

Ausführung der Analyse: In das vollkommen ausgetrocknete Entwickelungsgefäß A bringt man die gewogene Probe (1·7 Gramm) der fein gepulverten Knochenkohle (oder der zu untersuchenden Substanz), füllt das Guttapercharöhrchen S mit Salzsäure von 1·12 specifischem Gewicht bis zu $^3/_4$ seiner Höhe (= 10 Cubikcentimeter), trocknet es äußerlich ab, stellt es vorsichtig in A hinein und bringt den

Digitized by Google

Wasserstand auf den Nullpunkt. Dann setzt man den ringsum eingefetteten Glasstöpsel auf und stellt den Wasserstand in C, der nach Aufsetzung des Glasstöpsels etwas herabgedrückt ist, durch Oeffnen des Quetschhahnes q wieder ein. Bei allen vorhergehenden sowie folgenden Operationen ist darauf zu achten, daß man weder das Entwickelungsgefäß A, noch die Flasche B durch Umfassen mit der vollen Hand erwärme und ein Ausdehnen ihres Gasinhaltes bewirke. Man schreitet hierauf zur Entwickelung der Kohlensäure, faßt das Gefäß A am Halse mit Daumen und Mittelfinger, während der Zeigefinger den Stöpsel hält, und bringt durch Neigen des Gefäßes A die Salzsäure in S zum Ausfließen und damit in Berührung mit der Knochenkohle, deren Zersetzung sofort erfolgt. Die frei werdende Kohlensäure wandert durch das Gasleitungsrohr r in die Gummiblase B, bläst diese auf und verdrängt natürlich ein entsprechendes Volumen Luft aus B, welches durch u nach C gelangt, hier das Wasser hinabdrückt und in D steigen macht; das Wasser wird aus D überfließen, wenn man nicht durch vorsichtiges Oeffnen des Quetschhahnes p mit der linken Hand stets so viel Wasser ausfließen läßt, daß der Stand in den beiden Röhren C und D genau gleiche Höhe einhält, während man mit der rechten Hand das Gefäß A fortdauernd lebhaft umschüttelt. Diese Operation wird so lange fortgesetzt, als noch eine Kohlensäureentwickelung und damit ein Sinken des Wasserstandes in C bemerkbar ist. Zeigt sich mehrere Minuten lang keine Veränderung des Niveaus, so ist der Versuch als beendet zu betrachten.

Man stellt dann den Wasserstand C und D auf genau gleiche Höhe und liest den Stand des Wassers an der Scala, sowie den Thermometerstand ab und schreitet zur Berechnung.

Um aus dem abgelesenen Volumen Kohlensäure (bei Einwage von 1·7 Gramm Spodium) direct Procente Kohlensäure berechnen zu können, hat Scheibler folgende Tabelle construirt (siehe Seite 268).

Digitized by Google

Procentische Bestimmungen der kohlensauren Kalkerde im Spodium aus dem Volum der Kohlensäure (nach Scheibler). (Normalmenge 1·7 Gr. Spodium.)

Abgelesenes Volum	Bei den Temperaturen (nach Celsius)													
	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°
1	0·80	0·80	0·79	0·79	0·79	0·78	0·78	0·77	0·77	0·77	0·76	0·76	0·76	0.75
2	1·88	1·87	1·86	1·86	1·85	1·84	1·83	1·82	1·81	1·80	1.79	1·79	1.78	1·77
3	2·95	2·94	2·92	2·91	2·90	2·89	2·87	2·86	2·85	2·83	2·82	2·80	2·79	2·77
4	4·01	4·00	3·98	3·96	3·94	3·93	3·91	3·89	3·87	3·85	3·83	3·81	3·79	3·77
5	5·07	5·05	5·03	5·00	4·98	4·96	4·93	4·91	4·89	4·86	4·84	4·81	4·79	4·76
6	6·11	6·09	6·06	6·03	6·01	5·98	5·95	5·92	5·89	5·86	5·83	5·81	5·78	5·75
7	7·14	7·12	7·09	7·06	7·02	6·99	6·96	6·92	6·89	6·86	6·83	6·79	6·75	6·72
8	8·17	8·14	8·11	8·07	8·03	8·00	7·96	7,92	7·88	7·84	7·80	7·76	7·72	7·68
9	9·19	9·16	9·12	9·07	9·03	8·99	8·95	8·90	8·86	8·82	8·77	8·73	8·68	8·64
10	10·20	10·16	10·12	10·07	10·02	9·98	9·93	9·88	9·83	9·79	9·73	9·68	9·63	9·58
11	11·20	11·15	11·10	11·05	11·00	10·95	10·89	10·84	10·79	10·74	10·68	10·63	10·57	10 52
12	12·20	12·15	12·09	12·03	11·98	11·92	11·87	11·81	11·75	11·69	11·64	11·58	11·52	11·46
13	13·20	13·14	13·08	13·02	12·96	12·90	12·84	12·78	12·72	12·65	12·59	12·53	12·46	12·40
14	14·20	14·14	14·07	14·01	13·94	13·88	13·81	13·75	13·68	13·61	13·54	13·48	13·41	13·34
15	15·20	15·13	15·06	14·97	14·92	14·85	14·78	14·71	14·64	14·57	14·50	14·42	14·35	14·27
16	16·20	16·13	16·05	15·98	15·91	15·83	15·76	15·68	15·61	15·53	15·45	15·37	15·29	15·21
17	17·20	17·12	17·04	16·97	16·89	16·81	16·73	16·66	16·57	16·49	16·41	16·32	16·24	16·15
18	18·20	18·12	18·03	17·95	17·87	17·79	17·70	17·62	17·53	17·45	17·36	17·27	17·18	17·09
19	19·20	19·11	19·03	18·94	18·85	18·76	18·67	18·59	18·50	18·40	18·31	18·22	18·13	18·03
20	20·20	20·11	20·02	19·93	19·83	19·74	19·65	19·55	19·46	19·36	19·27	19·17	19·07	18·97
21	21·20	21·10	21·01	20·91	20·81	20·72	20·62	20·51	20·42	20·32	20·22	20·12	20·01	19·91
22	22·20	22·10	22·00	21·90	21·80	21·70	21·59	21·49	21·39	21·28	21·17	21·07	20·96	20·85
23	23·20	23·09	22·99	22·88	22·78	22·67	22·56	22·46	22·35	22·24	22·13	22·02	21·90	21·79
24	24·20	24·09	23·98	23·87	23·76	23·65	23·54	23·43	23·31	23·20	23·08	22·97	22·85	22·73
25	25·20	25·08	24·97	24·86	24.74	24·63	24·51	24·39	24·28	24·16	24·04	23·91	23·79	23·67

Digitized by Google

Wurden z. B. 9·5 Grade Kohlensäure bei 19° C. abgelesen, so sucht man in dieser Tabelle die Columne »19 Grad« und unter »abgelesenes Volumen« die Zahl 9 = 8·90, 10 Volumen würden bei dieser Temperatur 9·88 entsprechen, daher

$$0{\cdot}5 = \frac{9{\cdot}88 - 8{\cdot}90}{2} = 0{\cdot}49$$

$$9{\cdot}39.$$

Das Spodium enthält daher 9·39 Procente kohlensauren Kalk.

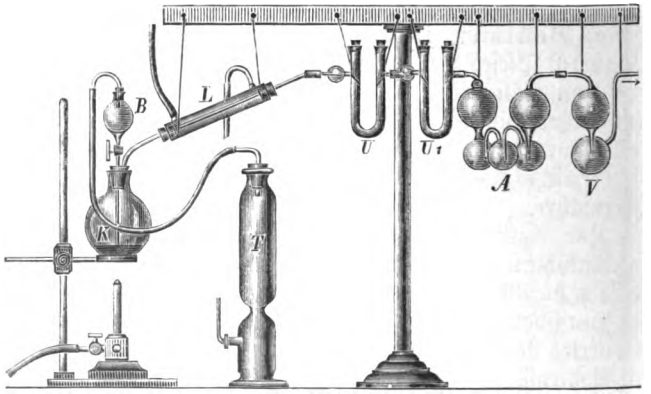
c) Bestimmung der Kohlensäure durch directe Wägung. Dieses Verfahren gründet sich darauf, daß Kohlensäure von Kali- oder Natronlauge absorbirt wird. Bringt man daher die Lauge vor und nach der Absorption der Kohlensäure in geeigneten Gefäßen zur Wägung, so entspricht die Gewichtszunahme direct der aufgenommenen Menge Kohlensäure.

Zur Ausführung bringt man 5 Gramme gepulverter Knochenkohle in einen Kochkolben K (Fig. 81), welcher durch einen zweifach durchbohrten Kautschukstöpsel verschlossen ist. Durch eine Durchbohrung führt einerseits ein oben zu einer Kugel B erweitertes Rohr, welches zur Aufnahme der zur Austreibung der Kohlensäure bestimmten verdünnten Salzsäure dient, andererseits ein aufsteigendes Rohr, welches mit einem schräg liegenden Kühler L verbunden ist. An dem Kühler sind zwei U-förmige Röhren, sowie der Absorptionsapparat für die Kohlensäure angeschlossen. Die erste der U-Röhren U enthält mit einer concentrirten Lösung von Kupfersulfat getränkten Bimsstein; dieser bezweckt die Absorption des aus dem häufig in der Knochenkohle vorhandenen Schwefelcalcium (s. w. u.) entwickelten Schwefelwasserstoffgases, das zweite U_1 ist mit Chlorcalcium gefüllt. Diese Substanz besitzt in hohem Grade die Fähigkeit, Feuchtigkeit aufzunehmen, und wird eingeschaltet, um die Kohlensäure vollständig zu trocknen, ehe dieselbe zur Absorption gelangt. Die Lauge, welche die

Digitized by Google

Kohlensäure absorbirt, befindet sich im Liebig'schen Kaliapparate A. Hinter demselben schaltet man zweckmäßig noch ein mit Schwefelsäure gefülltes Röhrchen V ein, welches die Anziehung von Kohlensäure aus der Luft verhindert. Die einzelnen Theile dieses Apparates werden durch dickwandige Kautschukschläuche verbunden; dabei ist Sorge zu tragen, daß die Glastheile hart aneinanderstoßen. Das zur Aufnahme der Salzsäure bestimmte Rohr wird mit einem mit Natronkalk gefüllten Thurme T verbunden; in diesem wird

Fig. 81.



die Luft, welche schließlich durch den Apparat gesaugt werden muß, von Kohlensäure befreit. Ist der gewogene Liebig'sche Kaliapparat eingeschaltet, so läßt man langsam Salzsäure zum Spodium treten und besorgt die Mischung durch öfteres Umschwenken des Kolbens. Sobald den Kaliapparat keine Gasblasen mehr durchstreichen, erhitzt man den Kolbeninhalt mit kleiner Flamme zum Sieden. Dadurch wird die in Lösung befindliche Kohlensäure ausgetrieben. Schließlich saugt man noch 15—20 Minuten Luft durch den Apparat, um sicher zu gehen, daß thatsächlich alle Kohlensäure in den Absorptionsapparat geschafft wird.

Digitized by Google

Die Umrechnung der gefundenen Kohlensäure auf kohlensauren Kalk geschieht ebenfalls mittelst des Factors 2·2727.

Von den drei beschriebenen Methoden der Kohlensäurebestimmung liefert die unter c) angeführte die genauesten Resultate. Da die Bestimmung auf diese Art wohl ebenso einfach durchzuführen ist, wie mit dem Scheibler'schen Apparate, und letzterer nicht eben immer vollkommen verläßliche Zahlen liefert, wäre es wohl angezeigt, die bislang in den Zuckerfabriken fast allgemein übliche Methode der Kohlensäurebestimmung nach Scheibler zu verlassen und zur directen Wägung derselben überzugehen. — Die mit dem Geißler'schen Apparate erzielten Resultate sind gewöhnlich auch nicht besonders vertrauenerweckend.

4. Bestimmung des schwefelsauren Kalkes (Gyps). Der Gypsgehalt frischer Knochenkohle beträgt 0·1 bis 0·3 Procent, bei Gebrauch von schwefelsäurehältiger Salzsäure, sowie hauptsächlich durch Verwendung gypshaltigen Wassers steigt er sehr rasch. Hat der Gypsgehalt 0·8 bis 1·0 Procent erreicht, so ist das Entgypsen entschieden vorzunehmen. Der Gyps wirkt in der Weise schädlich, daß er beim Glühen des Spodiums durch den Kohlenstoff zu Schwefelcalcium reducirt wird:

$$\underset{\text{Gyps}}{Ca\,S\,O_4} + \underset{\text{Kohlenstoff}}{2\,C} = \underset{\text{Schwefelcalcium}}{Ca\,S} + \underset{\text{Kohlensäure}}{2\,C\,O_2},$$

während ein Theil des Kohlenstoffes verbrennt. Das Schwefelcalcium wird aber wieder durch Kohlensäure zersetzt, wobei Schwefelwasserstoff entsteht:

$$\underset{\text{Schwefelcalcium}}{Ca\,S} + \underset{\text{Kohlensäure}}{C\,O_2} + \underset{\text{Wasser}}{H_2\,O} = \underset{\text{kohlensaurer Kalk}}{Ca\,C\,O_3} + \underset{\text{Schwefelwasserstoff}}{H_2\,S};$$

durch letzteren wird aber Eisen und Kupfer in die betreffenden Schwefelverbindungen verwandelt, diese sind in den zucker-

Digitized by Google

reichen Säften leicht löslich, ertheilen ihnen dunklere Färbung und sind daraus nur schwer zu entfernen. Das Spodium ist daher öfters zu »entgypsen«.

Das Entgypsen beruht auf der zwischen schwefelsaurem Kalk (Gyps) und kohlensaurem Natron (Soda) stattfindenden Umsetzung:

$$\underset{\text{Gyps}}{Ca\,SO_4} + \underset{\text{Soda}}{Na_2\,CO_3} = \underset{\substack{\text{kohlensaurer}\\ \text{Kalk}}}{Ca\,SO_3} + \underset{\substack{\text{schwefelsaures}\\ \text{Natron}}}{Na_2\,SO_4}.$$

Der entstehende kohlensaure Kalk verbleibt in der Kohle und wird erst bei der nächsten Wiederbelebung durch die Säure entfernt, während das schwefelsaure Natron löslich ist.

Die Bestimmung des schwefelsauren Kalkes geschieht in folgender Weise: 10 Gramm der gepulverten Knochenkohle werden abgewogen und mit verdünnter Salzsäure eine halbe Stunde gekocht. Dabei wird der Gyps zerlegt:

$$Ca\,SO_4 + 2\,HCl = Ca\,Cl_2 + H_2\,SO_4.$$

Die nun im freien Zustande vorhandene Schwefelsäure wird als unlösliches Baryumsulfat gefällt, getrocknet, geglüht und gewogen. Man filtrirt von der Kohle ab, engt das Filtrat und Waschwasser auf ca. 100 Cbcm. ein und fällt es kochend mit einer kochenden Lösung von Chlorbaryum in Wasser. Das Absitzen des entstehenden weißen Niederschlages befördert man in der Weise, daß man die gefällte Lösung noch einige Zeit nahe dem Siedepunkte hält. Die ausgewogene Menge Baryumsulfat × 0·5832 ergiebt den Gehalt an schwefelsaurem Kalk.

5. Bestimmung des Schwefelcalciums. Dasselbe setzt sich beim Kochen des Spodiums mit Salzsäure zu Schwefelwasserstoff und Chlorcalcium um. Fügt man dieser jedoch ein Oxydationsmittel, wie chlorsaures Kali oder Bromwasser zu, so wird es in schwefelsauren Kalk übergeführt:

$$Ca\,S + 4\,O = Ca\,SO_4.$$

Digitized by Google

Letzterer wird jedoch wieder durch Salzsäure in Chlorcalcium und Schwefelsäure zerlegt. Wird nun im Filtrate der Gehalt an Schwefelsäure vor und nach dem Kochen mit Bromwasser ermittelt, so ergiebt die Differenz der beiden Schwefelsäurebestimmungen die aus dem Schwefelcalcium entstandene Menge Schwefelsäure, beziehungsweise schwefelsauren Baryt. Dieser wird mit 0·3089 multiplicirt und so auf Schwefelcalcium umgerechnet. Zur Ausführung kocht man 10 Gramm Spodium mit verdünnter Salzsäure, welcher man 0·5—1 Gramm gepulvertes chlorsaures Kali oder einige Cubikcentimeter Bromwasser (eine Lösung von Brom in destillirtem Wasser) zugefügt hat und behandelt das Filtrat genau in der unter 4 angegebenen Weise.

Beispiel. Aus 10 Gramm Kohle wurden 0·070 Gramm schwefelsaurer Baryt erhalten.

$0{\cdot}070 \times 0{\cdot}5832 = 0{\cdot}0408$ Gr. schwefels. Kalk $= 0{\cdot}48$ Proc.

Nach dem Kochen mit Bromwasser ergaben sich 0·1050 Gramm schwefelsauren Baryt:

$0{\cdot}1050 - 0{\cdot}0700 = 0{\cdot}0350$ Gr. $BaSO_4 \times 0{\cdot}3089 =$ 0·108 Gr. Ca S, oder 1·08 Proc.

Berechnung der zur Wiederbelebung nöthigen Säure- beziehungsweise Sodamenge. Dieselbe kann nur auf Grund der vorhergehenden Bestimmung des kohlensauren, beziehungsweise schwefelsauren Kalkes erfolgen.

a) Entfernung des überschüssigen kohlensauren Kalkes. Gewöhnlich wird Spodium soweit regenerirt, daß der in demselben verbleibende Gehalt an kohlensaurem Kalk 7·0 Procent beträgt.

Beispiel. Die Knochenkohle zeigte vor dem Gebrauche einen Gehalt von 7·00 Procent kohlensauren Kalk, derselbe stieg während des Gebrauches auf 7·5 Procent. Die absolute Zunahme durch Absorption stieg daher um 0·5 Procent. Soll nun das Spodium wieder auf seinen ursprünglichen Kalkgehalt von 7·00 Procent gebracht werden, so sind pro metrischen Centner 0·5 Kilogramm kohlensaurer Kalk in Lösung zu bringen.

Digitized by Google

Die zur Lösung dienende Säure sei concentrirt und zeigt an der Spindel 21° B. Zur Lösung von 100 Kilogramm kohlensauren Kalk sind 72·9 Kilogramm reine, wasserfreie Salzsäure nöthig. Die im Abschnitte »Untersuchung der Salzsäure« angegebene Tabelle zeigt nun, daß eine Säure von 21° B. 33·9 Theile wasserfreie Salzsäure in 100 Theilen enthält. Zur Lösung von 100 Kilogramm kohlensauren Kalk sind demnach

$$\frac{100 \times 72{\cdot}9}{33{\cdot}9} = 215{\cdot}04 \text{ Kilogramm der Säure erforderlich.}$$

Um demnach den Gehalt an kohlensauren Kalk in je 100 Kilogramm um 0·5 Procent herabzusetzen sind

$$\frac{0{\cdot}5 \times 215{\cdot}04}{100} = 1{\cdot}08 \text{ Kilogramm erforderlich.}$$

Diese Berechnung vereinfacht sich wesentlich, wenn nebenstehende, von Scheibler angegebene Tabelle benützt wird.

Aus derselben ergiebt sich, daß zur Lösung von 5 Kilogramm kohlensaurem Kalk in 100 Kilogramm Knochenkohle 10·6625 Kilogramm Säure von 21° B. erforderlich wären, daher zur Lösung von 0·5 Kilogramm eine zehnmal kleinere Menge = 1·067 Kilogramm Säure.

b) Berechnung der zum Entgypsen nöthigen Sodamenge. Nach der Gleichung:

$$Ca\,SO_4 + Na_2\,CO_3 = Ca\,CO_3 + Na_2\,SO_4$$

benöthigen 138 Theile Gyps 106 Theile chemisch reiner, wasserfreier Soda, um in kohlensauren Kalk übergeführt zu werden.

1 Theil Gyps benöthigt daher $\frac{106}{138} = 0{\cdot}77$ Theile Soda.

Sind 100 Metercentner Spodium mit einem Gehalte an schwefelsaurem Kalk von 0·41 Procent zu entgypsen, so sind $41{\cdot}0 \times 0{\cdot}77 = 31{\cdot}57$ Kilogramm Soda anzuwenden. Die käufliche wasserfreie (calcinirte) Soda ist jedoch niemals vollkommen rein. Steht z. B. Soda mit 94·5 Procent kohlen-

Digitized by Google

Grade n. Baumé	Specifisches Gewicht	Geh. an Salzsäuregas in Procenten	Salzsäuremengen, welche zur Auflösung von je 1, 2 . . . bis 9 Theilen kohlensaurer Kalkerde erforderlich sind								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	1·200	40·777	1·7902	3·5805	5·3707	7·1609	8·9511	10·7414	12·5316	14·3218	16·1120
—	1·195	39·644	1·8414	3·6828	5·5242	7·3656	9.2069	11·0843	12·8897	14·7311	16·5725
23	1·190	38·498	1·8962	3·7924	5·6886	7·5848	9·4810	11.3772	13·2734	15·1696	17·0658
—	1·185	37·348	1·9546	3·9092	5·8638	7·8184	9·7729	11·7275	13·6821	15·6367	17·5913
22	1·180	36·251	2·0137	4·0275	6·0412	8·0550	10.0687	12·0824	14·0962	16·1099	18·1236
—	1·175	35·243	2·0713	4·1427	6·2140	8·2853	10·3567	12·4280	14·4993	16·5707	18·6420
21	1·170	34·232	2·1325	4·2650	6·3975	8·5300	10·6625	12·7950	14·9276	17·0601	19·1926
—	1·165	33·213	2·1979	4·3959	6·5938	8·7917	10·9897	13·1876	15.3855	17·5835	19·7814
20	1·160	32·232	2·2648	4·5297	6·7945	9·0593	11·3242	13·5890	15·8538	18·1186	20·3835
—	1·155	31·255	2·3356	4·6713	7·0069	9·3425	11·6781	14·0138	16·3494	18·6850	21·0206
19	1·150	30·291	2·4100	4·8199	7·2299	9·6398	12·0498	14·4597	16·8697	19·2797	21·6896
—	1·145	29·320	2·4898	4·9795	7·4693	9·9591	12·4488	14·9386	17·4284	19·9181	22·4079
18	1·140	28·350	2·5750	5·1499	7·7249	10·2998	12·8748	15·4497	18·0247	20·5996	23·1746
—	1·135	27·341	2·6700	5·3400	8·0099	10·6799	13·3499	16·0199	18·6899	21·3599	24·0298

Digitized by Google

saurem Natron zur Verfügung, so sind von derselben zur Entgypsung nöthig:

94·5 : 100 = 31·57 : x, x = 33·40 Kilogramm.

Nach Angaben von Stammer genügt jedoch die theoretisch zur Entgypsung nöthige Sodamenge niemals. Man wird daher gut thun, beim Kochen des Spodiums mit Wasser, welchem man die Soda zusetzt, sich von der Reaction des Wassers zu überzeugen. Reagirt dasselbe alkalisch und bleibt die alkalische Reaction auch nach längerem Kochen, so ist dies ein sicheres Zeichen, daß genügend Soda vorhanden war, um allen Gyps zu zerlegen. Im anderen Falle ist noch so lange Soda einzutragen, bis dieser Punkt erreicht ist.

6. Nachweis organischer Substanzen in der Knochenkohle. Schlecht regenerirtes oder schlecht geglühtes Spodium enthält noch organische Substanz (Leim, Farbstoffe u. s. w.). Dies läßt sich am einfachsten in der Weise nachweisen, daß man ca. 30—40 Gramm der gepulverten Knochenkohle mit verdünnter Kali- oder Natronlauge kocht. Färbt sich diese während des Kochens dunkel, so ist dies ein sicheres Zeichen, daß noch organische Substanzen vorhanden sind.

7. Ermittlung der Entfärbungskraft der Knochenkohle. Diese wird bestimmt, indem man entweder die Farbe eines Dünn- oder Dicksaftes vor der Filtration und nach derselben nach Seite 182 ermittelt und die Differenz der Färbungen in Procenten ausdrückt:

Unfiltrirter Dünnsaft . . Farbe (auf 100 Theile Zucker bezogen) . . . . . 70·2
Derselbe Dünnsaft filtrirt . (Farbe auf 100 Theile Zucker bezogen) 26 8

70·2 — 26·8 = 43·4 der Farbe wurden durch die Knochenkohle um diesen Betrag vermindert. Die Entfärbungskraft der Knochenkohle beträgt daher

70·2 : 43·4 = 100 : x, x = 61·82 Procente.

Digitized by Google

Im Laboratorium bestimmt man die entfärbende Kraft der Knochenkohle in der Weise, daß man in einem Becherglase 100 Gramm der zu untersuchenden, bei 140° getrockneten Kohle mit einem bekannten Volumen (ca. 500 Cbcm.) einer Zuckerlösung von vorher bestimmter Farbe und Zucker fünf Minuten kocht, nachdem man das Becherglas sammt Inhalt vorher gewogen hatte. Nach dem Kochen wird dasselbe durch Zufügen von Wasser wieder auf das ursprüngliche Gewicht gebracht, um die frühere Concentration herzustellen; nach dem Filtriren wird im klaren Filtrate abermals die Farbe ermittelt. Die Berechnung erfolgt nach dem oben angeführten Beispiele.

Führt man eine vollständige Spodiumanalyse aus (Wasser, Kohle, Sand und Thon, kohlensaurer Kalk, schwefelsaurer Kalk, Schwefelcalcium, Phosphate ꝛc., letztere aus der Differenz auf 100), so sind die gefundenen Zahlen stets auch auf 100 Theile trockener Kohle umzurechnen. Die Umrechnung erfolgt genau nach dem unter »Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes« angegebenen Beispiele.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.

Untersuchung der Salzsäure.

Die Salzsäure findet in der Zuckerfabrikation bei der Wiederbelebung der Knochenkohle, sowie eventuell zur Abstumpfung der Alkalinität von Syrupen und Dicksäften Anwendung. Schließlich wird dieselbe auch verwendet, um die sich in den Verdampfapparaten abscheidenden Krusten, welche hauptsächlich aus kohlensaurem und organischsaurem Kalke bestehen, in Lösung zu bringen. Für die ersten beiden Verwendungsarten ist zwar keine chemisch reine Salzsäure nöthig, doch soll dieselbe nur einen geringen Gehalt von Schwefelsäure aufweisen; Arsensäure soll darin nicht vorhanden sein. Bei der Untersuchung der käuflichen concentrirten Salzsäure wird es sich daher um die Bestimmung dieser Stoffe, sowie um die Ermittlung der Stärke der Säure, d. i. deren Gehalt an Chlorwasserstoffgas, handeln.

Je concentrirter eine Salzsäure ist, d. h. je mehr Chlorwasserstoffgas in der Volumeinheit gelöst ist, desto höher ist ihr specifisches Gewicht. Ist dieses bestimmt worden, so läßt sich aus den eigens zu diesem Zwecke angefertigten Tabellen der dem bekannten specifischen Gewichte entsprechende Gehalt an Chlorwasserstoffgas (H Cl) entnehmen.

Die Ermittlung des specifischen Gewichtes erfolgt mittelst eines Aräometers oder einer Beaumé'spindel, genauer jedoch durch directe Wägung eines bekannten Volumens im Pyknometer (siehe Seite 89). Aus folgender Tabelle läßt sich dann der der Anzeige der Beaumé'spindel, beziehungsweise dem ermittelten specifischen Gewichte entsprechende Gehalt an Salzsäuregas entnehmen.

Digitized by Google

Grad Beaumé	Spec. Gewicht	100 Theile Säure enthalten bei 15 Grad C. Chlorwasserstoff (wasserfreie Säure)
0	1·000	0·1
1	1·007	1·5
2	1·014	2·9
3	1·022	4·5
4	1·029	5·8
5	1·036	7·3
6	1·044	8·9
7	1·052	10·4
8	1·060	12·0
9	1·067	13·4
10	1·075	15·0
11	1·083	16·5
12	1·091	18·1
13	1·100	19 9
14	1·108	21·5
15	1·116	23·1
16	1·125	24·8
17	1·134	26·6
18	1·143	28·4
19	1·152	30·2
19·5	1·157	31·2
20	1·161	32·0
20·5	1·166	33·0
21	1·171	33·9
21·5	1·175	34·7
22	1·180	35·7
22·5	1·185	36·8
23	1·190	37·9
23·5	1·195	39·0
24	1·199	39·8
24·5	1·205	41·2
25	1·210	42·4
25·5	1·212	42·9

Digitized by Google

Da diese Tabelle für 15 Grad C. berechnet ist, ist in diesem Falle auch ausnahmsweise das specifische Gewicht bei dieser Temperatur zu bestimmen.

Beispiel.

Pyknometer + Wasser (15 Grad C.)	49·0850
Pyknometer, leer und trocken	20·5080
Gewicht des Wassers = Volumen	28·5770
Pyknometer + Salzsäure (15 Grad C.) . . .	53·9506
Pyknometer, leer	20·5080
Gewicht von 28 577 Cbcm. Salzsäure . . .	33·4426

s = 33·4426 : 28·5770 = 1·17022.

1·17022 = 21·0 Grad Beaumé, 100 Theile Säure enthalten demnach (siehe Tabelle Seite 279) bei 15 Grad C. 33·9 Theile Chlorwasserstoff.

Die Berechnung der zur Wiederbelebung beziehungsweise Neutralisation nöthigen Säuremenge erfolgt nach Seite 273, beziehungsweise 197.

Bestimmung der Schwefelsäure. 100 oder 200 Cbcm. der Säure werden in einem Becherglase durch Eindampfen auf ein Volumen von beiläufig 50 bis 60 Cbcm. gebracht und dann nach Seite 271 kochend mit kochender Chlorbaryumlösung gefällt. Der Niederschlag wird abfiltrirt, geglüht und gewogen.

Beispiel. 100 Cbcm. Säure, in der beschriebenen Weise behandelt, ergeben 0·1525 Gramm Baryumsulfat. Um Baryumsulfat auf Schwefelsäure umzurechnen, ist es mit dem Factor 0·3432 zu multipliciren.

0·1525 × 0·3432 = 0·0523 Gramm Schwefelsäure in 100 Cbcm.

Das specifische Gewicht der Salzsäure ist 1·17022, folglich wiegen 100 Cbcm. 117·022 Gramm.

100 : 117022 = x : 0·0523.

x = 0·044 Gewichtsprocente Schwefelsäure.

Digitized by Google

Gute Salzsäure darf nicht mehr als wie höchstens 0·1 % Schwefelsäure enthalten. Dieselbe wirkt in der Weise schädlich, daß sie einen Theil des im Spodium enthaltenen Kalkes in schwefelsauren Kalk (Gyps) überführen würde.

Nachweis des Arsens. Man bringt in eine Flasche (Erlenmeyer'schen Kolben) einige Stückchen gekörntes, chemisch reines Zink und übergießt dasselbe mit der auf Arsen zu prüfenden, vorher verdünnten Salzsäure. Hierauf wird der Kolben durch einen Kautschukstöpsel verschlossen, durch welchen ein zu einer Spitze ausgezogenes Glasrohr führt. Es entwickelt sich Wasserstoff; enthält die Salzsäure Arsen, so wird dieses gleichzeitig in Arsenwasserstoff übergeführt. Sobald man sicher ist, daß alle früher in der Flasche vorhanden gewesene Luft verdrängt ist, entzündet man den an der Spitze des Glasrohres ausströmenden Wasserstoff. Hält man nun einen kalten Gegenstand, am besten einen Porzellantiegel in die Flamme, so bildet sich auf diesem auch nur bei Gegenwart ganz geringer Mengen von Arsen ein schwarzer Ring, welcher aus metallischem Arsen besteht. Das zu dieser Probe verwendete Zink muß vollkommen arsenfrei sein, wovon man sich vorher durch einen in gleicher Weise auszuführenden blinden Versuch unter Verwendung chemisch reiner Salzsäure zu überzeugen hat. Bei Abwesenheit von Arsen tritt der schwarze Beschlag nicht auf.

Digitized by Google

Dritter Abschnitt.

Untersuchung der Soda.

Die Soda wird in der Zuckerfabrikation zur Entgypsung des Spodiums verwendet. Sie wird als krystallisirte und calcinirte Soda in den Handel gebracht. Erstere besteht aus großen wasserhellen Krystallen, welche nach der Formel

$$Na_2CO_3 + 10H_2O$$

zusammengesetzt sind, sie enthält daher circa 63 % Krystallwasser. Die calcinirte Soda wird durch Rösten einer gewöhnlich weniger reinen, krystallisirten Soda bereitet, ist jedoch in Bezug auf ihren höheren Gehalt an Na_2CO_3 bedeutend billiger als wie die reinere krystallisirte Soda. Man wird daher nur calcinirte Soda in Fabriksbetrieben in Anwendung bringen. Um einerseits den Werth der Soda bestimmen und anderseits die zur Entgypsung nöthige Menge (siehe Seite 272) berechnen zu können, ist der Gehalt der Soda an Wasser und kohlensaurem Natron, eventuell auch an Chlornatrium (Kochsalz) und schwefelsaurem Natron (Glaubersalz) zu ermitteln.

1. Bestimmung des Wassergehaltes. 10 Gramm Soda werden in einem Platintiegel mit kleiner Flamme bis zum beginnenden Schmelzen erhitzt, der Gewichtsverlust ist als Wasser zu berechnen. Der Glühverlust soll bei guter calcinirter Soda stets weniger als 0·2 % betragen.

2. Bestimmung des Gehaltes an kohlensaurem Natron. Derselbe wird bestimmt, indem man die in circa

Digitized by Google

2 Gramm enthaltene Kohlensäure mittelst des auf Seite 270 angegebenen Apparates durch directe Wägung ermittelt; durch Multiplication der auf Procente berechneten Kohlensäuremenge mit dem Factor 2·4117 erhält man Procente kohlensaures Natron.

Bei weitem rascher und einfacher erfolgt jedoch die Bestimmung durch Titration mit Normal-Schwefelsäure unter Verwendung von Lackmustinctur als Indicator. Zweckmäßig übersättigt man vorerst die zu titrirende Sodalösung mit Normal-Schwefelsäure, entfernt vollständig durch Kochen die nun freigewordene Kohlensäure und titrirt die nichtgebundene, noch freie Normal-Schwefelsäure mit Normal-Kalilauge zurück. Die Bereitung und Titerstellung der Normallauge ist im Anhange angegeben.

Zur Ausführung dieser Bestimmung wird $^1/_{10}$ Aequivalent des kohlensauren Natrons = 5·292 Gramm an Soda abgewogen, in einem Kolben in 50 Cbcm. Wasser gelöst und mit 100 Cbcm. Normal-Schwefelsäure versetzt. Durch längeres Kochen wird die Kohlensäure ausgetrieben und nun, nach Zusatz einiger Tropfen Lackmustinctur zurücktitrirt, die Differenz 100 Cbcm. Normal-Schwefelsäure weniger der verbrauchten Cbcm. Normallauge giebt bei Einwage von 5·292 Gramm calcinirter Soda direct deren Gehalt an reinem kohlensauren Natron in Procenten an.

3. Bestimmung des Gehaltes an schwefelsaurem Natron. Gute reine Soda ist frei von diesem Körper oder enthält denselben nur in Spuren, jedoch kommt auch manchmal Soda in den Handel, welche mit Glaubersalz verfälscht wurde. Ehe man die quantitative Bestimmung der Schwefelsäure vornimmt, überzeugt man sich vorerst von ihrer Anwesenheit. Man löst zu diesem Zwecke circa 10 Gramm Soda in reinem Wasser, übersättigt mit Salzsäure und fügt Chlorbaryumlösung zu. Entsteht kein Niederschlag oder nur eine schwache Trübung, so ist keine oder doch nur so wenig Schwefelsäure, beziehungsweise schwefelsaures Natron vorhanden, daß man von der Bestimmung absehen kann. Im

Digitized by Google

anderen Falle, wenn nämlich eine deutliche Fällung eintritt, verfährt man in der Weise, daß man 20 Gramm der gepulverten Soda abwägt, in einem Becherglase in heißem Wasser löst und die Lösung, nachdem man, um Verspritzen zu vermeiden, das Becherglas mit einem Uhrglase bedeckt hat, mit Salzsäure übersättigt und die Kohlensäure wegkocht. Die deutlich saure Lösung spült man hierauf in einen 200 Cbcm.-Kolben, füllt bis zur Marke auf, mischt durch kräftiges Umschütteln und filtrirt durch ein trockenes Faltenfilter. In aliquoten Theilen des Filtrates (100, 50 oder 25 Cbcm., entsprechend 10, 5 oder 2·5 Gramm Soda) wird nach Seite 272 die Schwefelsäure bestimmt. Der ausgewogene schwefelsaure Baryt, multiplicirt mit dem Factor 0·6094, ergiebt die der vorhandenen Schwefelsäure entsprechende Menge schwefelsaures Natron, welche in Procenten angegeben wird.

4. Bestimmung des Gehaltes an Chlornatrium. Derselbe kann gewichtsanalytisch oder maßanalytisch bestimmt werden. Zur gewichtsanalytischen Bestimmung löst man 5 Gramm Soda in verdünnter Salpetersäure, verjagt durch Kochen die Kohlensäure und fügt zu der kochenden Lösung so lange eine wässerige Lösung von Silbernitrat zu, als noch ein Niederschlag von Chlorsilber entsteht. Ist dies nicht mehr der Fall, so wird die Flüssigkeit so lange gekocht und mit einem Glasstabe umgerührt, bis sich der Niederschlag vollständig zusammengeballt hat und sich, sobald man mit dem Kochen aufhört, rasch zu Boden setzt, wonach die überstehende Flüssigkeit vollkommen klar sein muß. Man filtrirt dann durch ein aschenfreies Filter ab, wäscht den Niederschlag auf dem Filter so lange mit kochendem Wasser, bis das Waschwasser mit verdünnter Salzsäure nicht mehr opalisirt, ein Zeichen, daß alles überschüssige Silbernitrat und somit sämmtliche löslichen Stoffe entfernt sind, und trocknet schießlich Filter sammt Niederschlag bei nicht zu hoher Temperatur. Hierauf entfernt man den Niederschlag nach Möglichkeit vom Filter und bringt denselben auf ein trockenes Uhrglas, das Filter mit den noch anhaftenden

Digitized by Google

Theilen des Niederschlages verbrennt man in einem vorher gewogenen Porzellantiegel. Ein Theil des Chlorsilbers wird dabei zu metallischem Silber reducirt. Man befeuchtet die Asche mit einigen Tropfen concentrirter Salpetersäure und erwärmt sie gelinde, es geht das metallische Silber in Lösung. Durch Zugabe einiger Tropfen verdünnter Salzsäure wird dieses abermals als Chlorsilber gefällt, und nun raucht man die überschüssige Säure durch gelindes Erwärmen des Tiegels ab. Ist dies geschehen, so bringt man ohne Verlust die Gesammtmenge des Chlorsilbers in den Tiegel und erhitzt es bis zum beginnenden Schmelzen. Nach dem Erkalten wird der Tiegel gewogen; die Gewichtszunahme multiplicirt mit dem Factor 0·4080 giebt die entsprechende Menge Chlornatrium, welche procentisch ausgedrückt wird.

Maßanalytische Bestimmung. Versetzt man die neutrale Lösung eines Chlorides (Baryumchlorid ausgenommen) mit einigen Tropfen einer verdünnten Lösung von Kaliumchromat (gelbes chromsaures Kali) und fügt unter fortwährendem Umschütteln eine Lösung von Silbernitrat tropfenweise zu, so wird zuerst alles Chlor als Chlorsilber ausgefällt. In dem Augenblicke jedoch, in welchem alles Chlor an Silber gebunden ist, entsteht Chromsilber, welches der Flüssigkeit eine morgenrothe Färbung ertheilt. Das Eintreten dieser Färbung läßt somit jenen Augenblick scharf erkennen, in welchem alles Chlor an Silber gebunden ist. Nimmt man die Ausfällung in der beschriebenen Weise mit einer $^1/_{10}$ normalen Silberlösung vor (16 955 Gramm $AgNO_3$ im Liter, siehe Anhang), so läßt sich aus den verbrauchten Cbcm. Silberlösung die diesem entsprechende Menge Chlornatrium berechnen, indem man die Anzahl der verbrauchten Cbcm. mit 0·005837 multiplicirt. Zur Ausführung dieser Bestimmung neutralisirt man eine Lösung von 5 Gramm Soda in Wasser genau mit Salpetersäure, indem man ebenso viele Cbcm. Normal-Salpetersäure zufügt, als man zur maßanalytischen Bestimmung des kohlensauren Natrons Cbcm. Normal-Schwefelsäure verbraucht hatte, und titrirt mit $^1/_{10}$ Silberlösung, nachdem man 2 bis

Digitized by Google

3 Tropfen der Kaliumchromatlösung zugesetzt hat, unter fortwährendem Umschwenken in einem Erlenmeyerkolben.

Beispiel. 5 Gramm Soda, in der obenstehenden Weise behandelt, verbrauchten 8·2 Cbcm. $^1/_{10}$ Silberlösung, bis die morgenrothe Färbung eintrat.

$8{\cdot}2 \times 0{\cdot}00584 = 0{\cdot}04788$ Gramm NaCl in 5 Gramm.

In 100 Gramm $\frac{0{\cdot}04788 \times 100}{5} = 0{\cdot}957$ Gramm NaCl

oder 0·96 %.

Digitized by Google

Vierter Abschnitt.

Untersuchung des Aetznatrons.

Das Aetznatron, auch kaustisches Natron genannt, dient ebenfalls zum Entgypsen des Spodiums, gleichzeitig wirkt es aber auch zerstörend auf die vorhandenen organischen Substanzen ein. Bei der Probenahme ist darauf zu achten, daß man ein gutes Durchschnittsmuster ziehe. Man wähle daher auch größere Stücke aus und verwende deren inneren Theil mit zur Analyse. Da das Aetznatron begierig Feuchtigkeit und Kohlensäure aus der Luft anzieht, kann es vor der Analyse nicht zerkleinert werden, man begnügt sich daher damit, die größeren Stücke der Probe, in Löschpapier eingewickelt, mit einem Hammer zu zerschlagen. Die Bewerthung erfolgt nach dem Gehalte an Aetznatron, Na OH. Da das Aetznatron stets, und besonders die im Fabriksbetriebe zur Verwendung kommenden unreinen Sorten, kohlensaures Natron enthalten, läßt sich durch directe Titration mit Normalsäure nur die Gesammtalkalinität ermitteln. Man verfährt daher in folgender Weise.

Circa 20 Gramm Aetznatron werden rasch und genau abgewogen und in einem nur bis zu zwei Drittel mit Wasser gefüllten Literkolben gelöst. Nach der erfolgten Auflösung kühlt man ab und füllt bis zur Marke auf. In 100 Cbcm. der Lösung wird zunächst durch Titration unter den auf Seite 283 angegebenen Bedingungen die Gesammtalkalinität ermittelt; man multiplicirt die verbrauchten Cubikcentimeter Normal-Schwefelsäure mit 0·03996 und erhält, indem man das Product auf Procente umrechnet, die Gesammtalkalinität in Procent Na OH. In weiteren 100 Cbcm. fällt man die

Digitized by Google

Kohlensäure durch Zugabe einer Lösung von Baryumchlorid als Baryumcarbonat, bringt Lösung sammt Niederschlag auf 200 Cbcm. und nimmt von dem klaren Filtrat 100 Cbcm., welche man abermals nach Seite 283 titrirt. Da hier das kohlensaure Natron nicht mehr zur Wirkung kommt, wird man weniger Normalsäure verbrauchen. Man rechnet die verbrauchte Menge abermals auf Na OH um und drückt sie in Procenten aus. Man erhält so den thatsächlichen Gehalt an Natronhydrat; die Differenz beider Zahlen × 1·3244 ergiebt die vorhandene Menge an kohlensaurem Natron.

Beispiel. Eingewogen 18·310 Gramm und zu einem Liter gelöst.

100 Cbcm. = 1·831 Gramm verbrauchten 45·5 Cbcm. Normal-Schwefelsäure.

$$45{\cdot}5 \times 0{\cdot}03996 + 1{\cdot}81818 \text{ Gramm Aetznatron} =$$
$$1{\cdot}831 : 1{\cdot}81818 = 100 : x,$$
$$x = 99{\cdot}29 \text{ Procent Aetznatron (Gesammtalkalinität).}$$

100 Cbcm. wurden mit $Ba\,Cl_2$ gekocht und auf 200 Cbcm. gebracht.

100 Cbcm. vom Filtrat = 0·9155 verbrauchten 22·0 Cbcm. Normal-Schwefelsäure.

$$22{\cdot}0 \times 0{\cdot}03996 = 0{\cdot}87912 \text{ Gramm Aetznatron} =$$
$$0{\cdot}9155 : 0{\cdot}87912 = 100 : x,$$
$$x = 96{\cdot}02 \text{ Procent Aetznatron wirklich vorhanden.}$$

$$99{\cdot}29 \times 96{\cdot}02 = 3{\cdot}27 \times 1{\cdot}3244 = 4{\cdot}33 \text{ Procent kohlensaures Natron.}$$

Der Gehalt an schwefelsaurem und Chlornatrium wird genau nach dem dritten Abschnitt, S. 282, ermittelt.

Natronlaugen, welche ebenfalls in den Handel kommen, werden ebenso untersucht. Annähernd kann ihr Gehalt auch nach Bestimmung ihres specifischen Gewichtes bei 15° C. mittelst des Pyknometers oder der Spindel aus folgender Tabelle entnommen werden.

Digitized by Google

Beziehungen zwischen dem specifischen Gewichte reiner Natronlauge und ihrem Gehalte an Aetznatron bei 15° C.

Nach Gerlach und Schiff.

Procentgehalt der Lösung	Specifisches Gewicht bei einem Procentgehalte an		Procentgehalt der Lösung	Specifisches Gewicht bei einem Procentgehalte an	
	Na_2O	NaOH		Na_2O	NaOH
1	1·015	1·012	31	1·438	1·343
2	1·020	1·023	32	1·450	1·351
3	1·043	1·035	33	1·462	1·363
4	1·058	1·046	34	1·475	1·374
5	1·074	1·059	35	1·488	1·384
6	1·089	1·070	36	1·500	1·395
7	1·114	1·081	37	1·515	1·405
8	1·119	1·092	38	1·530	1·415
9	1·132	1·103	39	1·543	1·426
10	1·145	1·115	40	1·558	1·437
11	1·160	1·126	41	1·570	1·447
12	1·175	1·137	42	1·583	1·456
13	1·190	1·148	43	1·597	1·468
14	1·203	1·159	44	1·610	1·478
15	1·219	1·170	45	1·623	1·488
16	1·233	1·181	46	1·637	1·499
17	1·245	1·192	47	1·650	1·508
18	1·258	1·202	48	1·663	1·519
19	1·270	1·213	49	1·678	1·529
20	1·285	1·225	50	1·690	1·540
21	1·300	1·236	51	1·705	1·550
22	1·315	1·247	52	1·719	1·560
23	1·329	1·258	53	1·730	1·570
24	1·341	1·269	54	1·745	1·580
25	1·355	1·279	55	1·760	1·591
26	1·369	1·290	56	1·770	1·601
27	1·381	1·300	57	1·785	1·611
28	1·395	1·310	58	1·800	1·622
29	1·410	1·321	59	1·815	1·633
30	1·422	1·332	60	1·830	1·643

Digitized by Google

Festes Aetznatron oder Natronlauge wird oft nach englischen oder deutschen Graden verkauft. Englische Grade sind der durch Titration mit Normalsäure sich ergebende Gehalt an Aetznatron in Procenten ausgedrückt, deutsche Grade hingegen die procentische Menge reinen Aetznatrons auf Natriumcarbonat umgerechnet.

Das in obigem Beispiele angeführte Aetznatron besitzt daher 99·29 englische Grade und $96{\cdot}02 \times 1{\cdot}3244$ (Factor für Umrechnung von Na OH auf $Na_2 CO_3$) = 127·17 deutsche Grade.

Digitized by Google

Fünfter Abschnitt.

Untersuchung des Kalksteines.

Der Kalkstein bildet für die Zuckerfabrikation ein Rohmaterial von höchster Wichtigkeit. Denn erstens hat er den zur Scheidung (Reinigung) des Rübensaftes nöthigen Aetzkalk zu liefern, andererseits die zur Ausfällung desselben nöthige Menge an Kohlensäure. Er besteht der Hauptsache nach aus kohlensaurem Kalk. Derselbe zerfällt unter der Einwirkung höherer Temperaturen in Aetzkalk (gebrannten Kalk, Ca O) und Kohlensäure:

$$Ca\,CO_3 = Ca\,O + CO_2.$$

Kalkstein kommt vielfach verbreitet in der Natur vor und führt je nach seiner Zusammensetzung verschiedene Namen. Krystallisirter Kalkstein, kohlensaurer Kalk von höchster Reinheit, ist der isländische Doppelspath, minder reiner, kleinkrystallinischer Kalkstein wird Marmor genannt. Der für die Zuckerfabrikation in Betracht kommende dichte Kalkstein besitzt nur undeutliches krystallinisches Gefüge und ist durch beigemengtes Eisenoxyd stets gelb bis bräunlich gefärbt. Kalksteine, welche sehr viel Eisenoxyd und Thon enthalten (über 10%), heißen Mergel. Enthält ein Kalkstein größere Mengen kohlensaurer Magnesia, so führt er den Namen Dolomit.

Schon das äußere Ansehen des Kalksteines gestattet eine Werthschätzung desselben. Kalkstein soll nahezu rein weiß gefärbt sein; gelbe und insbesondere blaue Kalksteine lassen sich schlecht brennen und besitzen in der Regel einen hohen Gehalt an Eisenoxyd und Thon. Eine richtige Bewerthung eines Kalksteines kann ausschließlich nur auf Grund

Digitized by Google

der vollständigen chemischen Analyse erfolgen. Brauchbarer Kalkstein muß mindestens 90% kohlensauren Kalk und nicht über 0·5% schwefelsauren Kalk (Gyps) enthalten. Auch der Gehalt an kohlensaurer Magnesia darf nicht sonderlich groß sein, Dolomite eignen sich keineswegs für die Zwecke der Zuckerfabrikation. Nach dem Brennen sollen nicht mehr als höchstens 0·1% der Alkalien, welche besonders nur in unreinen Kalksteinen enthalten sind, löslich werden.

1. Bestimmung des Wassers. Beiläufig 10 Gramm des feingepulverten Kalksteines werden bei 120—130° C. bis zur Gewichtsconstanz getrocknet.

2. Bestimmung des Unlöslichen und der organischen Substanz (Bitumen). Genau 10 Gramm des gepulverten Kalksteines werden mit verdünnter Salzsäure vorsichtig übergossen, und nachdem die Kohlensäure entwichen, 20—30 Minuten gekocht. Kalk, Magnesia und Thonerde gehen in Lösung, während Kieselsäure und Bitumen ungelöst hinterbleiben. Um die eventuell gelöste Kieselsäure in unlöslicher Form abzuscheiden, verdampft man nun die Lösung sammt dem Ungelösten in einer Porzellanschale zur Trockene und erhitzt durch zwei Stunden im Luftbadtrockenschranke auf 120—140° C. Höheres Erhitzen ist zu vermeiden, da sonst die Kieselsäure wieder löslich werden könnte. Den Rückstand befeuchtet man mit concentrirter Salzsäure und läßt ihn eine halbe Stunde stehen, schließlich wird er mit salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen. Das Ungelöste wird durch ein getrocknetes und gewogenes Filter abfiltrirt und mit heißem Wasser gewaschen; das Filtrat bringt man auf 1000 Cbcm. Filter + Niederschlag trocknet man abermals bis zur Gewichtsconstanz. Die Gewichtszunahme ergiebt den Gehalt an Unlöslichem + Bitumen; durch Einäschern des Filters im Platintiegel und Glühen des Rückstandes verbrennt man die organische Substanz und es hinterbleibt Kieselsäure und Sand.

3. Bestimmung von Eisenoxyd und Thonerde. 250 Cbcm. des auf einen Liter gebrachten Filtrates (= 2·50 Gramm) engt man in einem Becherglase ein, fügt

Digitized by Google

einige Tropfen concentrirter Salpetersäure zu und erhitzt zum Kochen, um eventuell vorhandenes Eisenoxydul in Eisenoxyd überzuführen. Hierauf fügt man der kochenden Lösung so lange vorsichtig Ammoniak zu, bis dieselbe deutlich danach riecht. Es fallen Eisen und Thonerde als Hydroxyde aus. Thonerdehydroxyd ist etwas in Ammoniak löslich, man erhitzt daher die gefällte Lösung so lange mit kleiner Flamme, am besten auf einer Asbestplatte, bis der Geruch nach Ammoniak verschwunden ist. Schließlich wird durch ein aschenfreies Filter filtrirt; das Filtrat sammelt man in einem 500 Cbcm.-Kolben. Selbst das »chemisch reine« Ammoniak des Handels enthält stets Spuren von kohlensaurem Ammoniak, welches eine theilweise Fällung des Kalkes als Carbonat bewirkt. Man wäscht daher den Niederschlag nur oberflächlich und löst ihn abermals in wenig verdünnter Salzsäure. Diese Lösung bringt man in das ursprünglich zur Fällung benützte Becherglas, in welchem sich noch ein Theil des Niederschlages befindet. Dieser wird ebenfalls gelöst und abermals gefällt. Da nun die Hauptmenge des Kalkes entfernt ist, fällt nun fast reines Eisenoxydhydrat + Thonerdehydrat, welche auf dem Filter gesammelt, getrocknet, im Platintiegel geglüht, gewogen und auf Procente berechnet werden. Die Filtrate und Waschwässer werden in einem 500 Cbcm.-Kolben gesammelt. Man ergänzt auf 500 Cbcm.

4. Bestimmung des Kalkes. 50 Cbcm. des auf 500 Cbcm. gebrachten Filtrates (= 0·5 Gramm) werden zum Kochen erhitzt, in der schwach ammoniakalischen Lösung wird durch oxalsaures Ammon der Kalk als oxalsaurer Kalk gefällt. Dieser wird absitzen gelassen, durch ein aschenfreies Filter filtrirt, getrocknet, bis zur Gewichtsconstanz geglüht und gewogen. Oxalsaurer Kalk zerfällt bei hoher Temperatur in Calciumoxyd (CaO) und Kohlensäure. Durch Multiplication der ausgewogenen Kalkmenge mit dem Factor 1·7856 wird dieselbe auf kohlensauren Kalk umgerechnet.

5. Bestimmung der Magnesia. Diese kann nur dann bestimmt werden, wenn Eisenoxyd, Thonerde und Kalk abwesend sind. Da ihre Menge in den gewöhnlichen Kalk-

Digitized by Google

steinen sehr gering ist, außer es liegen Dolomite zur Untersuchung vor, verfährt man zweckmäßig in folgender Weise.

400 Cbcm. des ursprünglichen auf 1000 Cbcm. gebrachten Filtrates (= 4 Gramm Substanz) werden in einen 500 Cbcm.-Kolben gebracht und darin mit Ammoniak und oxalsaurem Ammon, Eisenoxyd, Thonerde und Kalk gefällt. Man füllt danach bis zur Marke auf, mischt durch kräftiges Schütteln und filtrirt durch ein trockenes Faltenfilter. 250 Cbcm. des Filtrates (= 2 Gramm Substanz) werden auf beiläufig 50 Cbcm. eingeengt, abgekühlt, mit Ammoniak versetzt und darin mit phosphorsaurem Natron die Magnesia als phosphorsaure Ammonmagnesia gefällt. Nach längerem Stehen wird diese abfiltrirt, mit verdünntem Ammoniak 1 : 3 gewaschen und im Platintiegel geglüht und gewogen. Beim anhaltenden Glühen geht dieselbe in pyro-phosphorsaure Magnesia, $Mg_2 P_2 O_7$, über. Dieses Gewicht mal den Factor 0·7565 giebt den Gehalt an kohlensaurer Magnesia in 2 Gramm Substanz. Die gefundene Menge mal 50 = Procente kohlensaurer Magnesia.

6. Bestimmung des schwefelsauren Kalkes. 100 Cbcm. des ursprünglichen Filtrates (= 1 Gramm Substanz) werden nach Seite 271 mit Chlorbaryumlösung gefällt. Die ausgewogenen Gramme Baryumsulfat × 100 × 0·5832 ergeben Procente Calciumsulfat.

7. Zur Controle der Analyse ist es zweckmäßig, auch die im Kalkstein vorhandene Kohlensäure zu bestimmen. Dies erfolgt nach der auf Seite 270 angegebenen Methode der directen Wägung.

8. Berechnung der Analyse. Wasser und Eisenoxyd + Thonerde werden in Procenten angegeben. Die an Kalk, sowie an Magnesia gebundene Kohlensäure (kohlensaurer Kalk × 0·4400 und kohlensaure Magnesia × 0·5238 = Kohlensäure) muß mit der direct gefundenen übereinstimmen. Wird überdies die gefundene Magnesia an Kohlensäure gebunden und die erübrigende Kohlensäure an Kalk, so muß der Rest des Kalkes (kohlensaurer Kalk × 0·5600

Digitized by Google

= Kalk, CaO) mal 2·429 gleich sein dem aus dem Baryumsulfat × 0·5832 berechneten Calciumsulfat in Procenten.

Die übersichtliche Zusammenstellung der Ergebnisse der vollständigen Analyse erfolgt nach folgendem Beispiele:

Ein magnesiareicher Kalkstein enthält:

Wasser	0·15%		
Bitumen	0·40 »		
Unlösliches	5·94 »		
Eisenoxyd + Thonerde	1·90 »		
Kohlensaurer Kalk . .	82·36 »	entspr.	46·21% Kalk 41·00 » Kohlensäure
Kohlensaure Magnesia	9·08 »	entspr.	4·76 4·32 » Magnesia
Schwefelsaurer Kalk	Spuren		
Alkalien und Verluste	0·17 »		
	100·00%		

Digitized by Google

Sechster Abschnitt.

Untersuchung des gebrannten Kalkes.

Die Ermittlung der Zusammensetzung eines gebrannten Kalkes wird sich nur dann als nothwendig erweisen, wenn die Zusammensetzung des Kalksteines, aus welchem er durch Brennen gewonnen wurde, unbekannt ist. Man ermittelt die Menge des durch Brennen zu erzielenden Aetzkalkes, indem man vom Kalksteine die darin enthaltene Kohlensäure abzieht, indem ja nur diese ausgetrieben wird.

Guter, reiner Kalk besitzt eine weiße Farbe, und muß sich, mit Wasser übergossen, rasch in das Hydrat verwandeln, »löschen«. Dabei wird eine große Wärmemenge frei und er zerfällt in Pulver. Wird mehr Wasser verwendet, so entsteht der Kalkbrei, dieser ist um so »fetter«, je reiner der Kalk ist. Mergelige und stark verunreinigte Kalksteine liefern dagegen schließlich nur »mageren« Kalk. Wird der Kalkbrei mit sehr viel Wasser verdünnt, so erhält man die Kalkmilch, welche in der Zuckerfabrikation fast allgemein Anwendung findet. Kalkhydrat ist in Wasser nur sehr wenig löslich, die Löslichkeit nimmt mit steigender Temperatur ab. Wird Kalkstein bis zur Weißgluth erhitzt, so wird der resultirende Kalk derart dicht, daß er sich gar nicht oder unvollständig löscht, man bezeichnet solchen Kalk als »todt gebrannt«.

Soll Kalk untersucht werden, so ist er vorerst durch Zerreiben in einer Reibschale in feines Pulver zu verwandeln. Dabei sowie bei der Einwägung hat man sehr rasch zu verfahren, da der gebrannte Kalk, ähnlich dem Aetznatron, Kohlensäure und Wasser aus der Luft anzieht.

Die Ausführung der Analyse erfolgt genau nach den im fünften Abschnitte angegebenen Vorschriften. Handelt es sich um rasche Ermittlung des Kalkgehaltes, so empfiehlt

Digitized by Google

es sich, den Kalk mit Normal-Salzsäure oder Salpetersäure zu titriren (siehe S. 283). Titrirt man genau 2·798 Gramm Kalkpulver, so entsprechen die verbrauchten Cubikcentimeter Normalsäure direct Procenten Kalk (Ca O). Bei frisch gebranntem Kalke kann von der Bestimmung der Kohlensäure Abstand genommen werden, da diese darin nicht oder doch nur in Spuren vorhanden ist. Bei Kalk jedoch, welcher längere Zeit gelagert hat, wird sich diese Bestimmung immerhin empfehlen, da der Kalk aus der Luft Kohlensäure anzieht und sich, wenn auch nur an der Oberfläche, wieder in kohlensauren Kalk verwandelt

Durch das Brennen wird ein Theil der im Kalk vorhandenen Alkalien löslich. Da diese bei der Scheidung in die Säfte übergehen, kann es unter Umständen von Interesse sein, ihre Menge zu bestimmen. Dies geschieht in folgender Weise.

150 Gramm des gebrannten und gepulverten Kalkes werden in einer geräumigen Flasche mit 1500 Cbcm. destillirten Wassers übergossen und unter häufigem Umschütteln so lange stehen gelassen, bis aller Kalk gelöscht und in der Flüssigkeit fein vertheilt ist. Ist dies der Fall, so filtrirt man durch ein trockenes Faltenfilter ab und verwendet 1000 Cbcm. des Filtrates = 100 Gramm Aetzkalk zur weiteren Bestimmung. Da Aetzkalk ein wenig in Wasser löslich ist, wird der Kalk durch Einleiten von Kohlensäure unter Erwärmen ausgefällt, die Flüssigkeit vom Niederschlage abfiltrirt und das Filtrat mit einigen Tropfen Ammoniak und oxalsaurem Ammon (um die letzten Spuren Kalk zu entfernen) bis nahe zur Trockne verdampft. Man filtrirt abermals und verdampft nun die gesammte Flüssigkeit unter Zugabe einiger Tropfen Salzsäure, um Chloride zu erhalten, in einer gewogenen Platinschale zur Trockne. Durch schwaches Glühen wird alle Flüssigkeit ausgetrieben, sowie die noch vorhandenen Ammonsalze verjagt. Die erhaltene Menge der Alkalien wird als Chlorkalium betrachtet und durch Multiplication mit dem Factor 0·6319 auf Kaliumoxyd (K_2O) umgerechnet.

Digitized by Google

Der Gehalt einer Kalkmilch an Aetzkalk wird im Fabriksbetriebe ausschließlich mittelst der Aräometers, und zwar mit genügender Genauigkeit ermittelt. Die Ausführung geschieht folgendermaßen:

Zur richtigen Prüfung der concentrirten Kalkmilch läßt man dieselbe in einen nicht zu engen Glascylinder fließen, steckt das Aräometer leicht hinein und beginnt nun den Cylinder langsam auf dem Tische zu drehen, so daß er schwache Erschütterungen erleidet. Das Aräometer beginnt nun langsam zu sinken; wenn dies aufhört, liest man ab. Man kann auf diese Weise mittelst einer in Zehntelgrade getheilten Spindel das specifische Gewicht bis auf 0·1 bis 0·3 Grade B. dem durch directes Wägen gefundenen annähern. Bringt man einfach das Aräometer in dicke Kalkmilch, so bleibt es stecken.

Nachstehender Tabelle sind die den Graden Beaumé entsprechenden Kalkmengen zu entnehmen.

Tabelle über d. Gehalt d. Kalkmilch an Aetzkalk bei 15° v. Blattner.

Grade Beaumé	Gewicht von 1 Liter Kalkmilch Gr.	CaO in 1 Liter Gr.	CaO Gewichts-procente	Grade Beaumé	Gewicht von 1 Liter Kalkmilch Gr.	CaO in 1 Liter Gr.	CaO Gewichts-procente
1	1007	7·5	0·745	16	1125	159	14·13
2	1014	16·5	1·64	17	1134	170	15·00
3	1022	26	2·54	18	1142	181	15·85
4	1029	36	3·50	19	1152	193	16·75
5	1037	46	4·43	20	1162	206	17·72
6	1045	56	5·36	21	1171	218	18·61
7	1052	65	6·18	22	1180	229	19·40
8	1060	75	7·08	23	1190	242	20·34
9	1067	84	7·87	24	1200	255	21·25
10	1075	94	8·74	25	1210	268	22·15
11	1083	104	9·60	26	1220	281	23·03
12	1091	115	10·54	27	1231	295	23·96
13	1100	126	11·45	28	1241	309	24·90
14	1108	137	12·35	29	1252	324	25·87
15	1116	148	13·26	30	1263	339	26·84

Digitized by Google

Siebenter Abschnitt.

Untersuchung des Strontianits u. strontiumhaltiger Materialien.

Zur Entzuckerung der Melassen wird vielfach auch das Strontium verwendet, welches gleich dem Kalke die Eigenschaft besitzt, mit Zucker Saccharate zu bilden. Dieselben sind unter gewissen Bedingungen unlöslich und können durch Auswaschen von den Nichtzuckerstoffen getrennt werden.

Das Strontium ist ein dem Calcium und Baryum nahe verwandtes Element; es kommt in der Natur in zwei Verbindungen vor, welche den Namen Strontianit und Cölestin führen. Strontianit ist kohlensaures Strontium, $Sr\,CO_3$, Cölestin schwefelsaures Strontium, $Sr\,SO_4$. Strontianit findet die meiste Verwendung; durch starkes Brennen verliert es seine Kohlensäure und geht in Strontiumoxyd, Sr O, über. Dieses bildet, mit Wasser gelöscht, Strontiumhydrat, $Sr\,(OH)_2$, welches aus heißgesättigten Lösungen in Form weißer Krystalle mit 8 Molecülen Krystallwasser ($Sr\,(OH)_2 + 8H_2O$) krystallisirt.

Qualitativ ist Strontium daran zu erkennen, daß es, in Form flüchtiger Verbindungen, am besten als Chlorid, in die nicht leuchtende Flamme des Bunsenbrenners gebracht, diese charakteristisch und stark carminroth färbt.

Die Analyse des reinen Strontianits ist gleich jener des Kalksteins. In der Regel kommt Strontianit aber stets in Begleitung von kohlensaurem Kalke vor. Die Trennung des Strontiums von Kalk beruht darauf, daß Strontiumnitrat in gleichen Theilen absoluten Alkohol und Aether

Digitized by Google

vollkommen unlöslich ist, während salpetersaurer Kalk gelöst wird. Die Ausführung geschieht in folgender Weise:

10 Gramm Strontianit werden in überschüssiger, verdünnter Salzsäure gelöst und auf 1000 Cbcm. gebracht. In 250 Cbcm. = 2·5 Gramm bestimmt man nach Seite 292 Eisenoxyd und Thonerde durch doppelte Fällung.

Das Filtrat wird auf 500 Cbcm. gebracht und in 50 Cbcm. = 0·5 Gramm Strontium und Kalk mit kohlensaurem Ammon als Carbonate $SrCO_3 + CaCO_3$ gefällt. Man filtrirt ab, wäscht mit kochendem Wasser und löst den Niederschlag auf dem bedeckten Filter in verdünnter Salpetersäure. Das Filter wird mit reinem Wasser gewaschen, bis das abfließende Waschwasser nicht mehr sauer reagirt. Filtrat und Waschwasser werden nun in einer Porzellanschale zur Trockene verdampft, die rückbleibenden Krystalle werden bei 100 Grad vollkommen getrocknet, mit einem Pistill zerdrückt und mit einem Gemische von absolutem Alkohol und Aether extrahirt. Das zurückbleibende Strontiumnitrat wird getrocknet und sammt dem vorher gewogenen Filter abermals zur Wägung gebracht. Die gefundene Menge Strontiumnitrat × den Factor 0·697 ergiebt die entsprechende Menge Strontiumcarbonat. Im Filtrate wird, nachdem Alkohol und Aether auf dem Wasserbade verjagt wurden, der Kalk durch Fällung mit oxalsaurem Kalke bestimmt. Das ausgewogene Calciumoxyd × den Factor 1·786 ergiebt die vorhandene Menge kohlensauren Kalk.

Zur Untersuchung des »künstlichen Strontianits«, welcher durch geeignete Verfahren aus dem Cölestin (Strontiumsulfat) bereitet wird, empfiehlt sich folgender von F. Stěrba in Vorschlag gebrachter Gang:

Zur Feststellung des Gehaltes an Strontiumcarbonat sind nachstehende Bestimmungen erforderlich:

1. Die Bestimmung des Gehaltes an Gesammtstrontium als Sulfat (eventuell des etwa vorhandenen Baryt als Sulfat).
2. Die Bestimmung des Gehaltes an Baryt.
3. Die Bestimmung des Kalkgehaltes.

Digitized by Google

4. Die Bestimmung der Summe an wasserlöslichen Bestandtheilen (Alkalien und geringe Mengen Kieselsäure).

5. Die Bestimmung des Gesammtgehaltes an Schwefel (herstammend von unzersetztem Strontium, resp. Baryumsulfat).

7. Die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes (Glühverlust).

Mit der Bestimmung des Gesammtstrontiumgehaltes (ad 1) kann erforderlichenfalls die quantitative Wägung von Kieselerde, Eisenoxyd und Thonerde verbunden werden.

ad 1. 20 Gramm der gut gemischten und gepulverten Durchschnittsprobe werden in überschüssiger Salzsäure gelöst, aufgekocht, sodann zur Trockene verdampft, bei circa 150 Grad C. getrocknet, mit Salzsäure befeuchtet, mit heißem Wasser aufgenommen, der Rückstand, aus Kieselerde und unzersetztem Strontiumsulfat (Baryumsulfat) bestehend, abfiltrirt, getrocknet und gewogen, dann eventuell mit Kaliumnatriumcarbonat aufgeschlossen, SiO_2 und Strontium bestimmt; das Filtrat auf $^1/_2$ Liter verdünnt und zur Bestimmung von Strontium zweimal je 50 Cbcm. = 2 Gramm Substanz entsprechend abpipettirt, Fe_2O_3 und Al_2O_3 durch doppelte Fällung abgeschieden und im vereinigten Filtrat aus schwach ammoniakalischer Lösung Strontium als Sulfat mit chemisch-reinem Ammonsulfat gefällt; vom Gesammtgehalt des so ermittelten Strontiumsulfats wird die nach der weiter unten angeführten Methode gefundene Menge von Baryum, als Sulfat gerechnet, abgezogen. Der Rest von Strontiumsulfat und Strontiumcarbonat gerechnet, giebt den Gesammtgehalt von Strontium als Carbonat ausgedrückt an. Die Berechnung des wirklichen Strontiumcarbonats erfolgt auf Grundlage der Kohlensäurebestimmung.

ad 2. Barytbestimmung. 10 Gramm des ursprünglichen Materials werden in verdünnter Salpetersäure gelöst, am Wasserbad zur Trockene verdampft, durch 2 Stunden bei circa 190 Grad C. getrocknet, der Trockenrückstand mit Alkoholäther (gleiche Theile) extrahirt, mit derselben Mischung am Filter ausgewaschen (Abscheidung und Lösung des

Digitized by Google

salpetersauren Kalkes), der Rückstand sodann in Wasser gelöst und hierauf Ba von Sr getrennt. Die durch Zusatz von einigen Tropfen Ammoniak alkalisch gemachte Lösung wird mit Essigsäure übersättigt, durch Zusatz eines geringen Ueberschusses von Ammoniumbichromat in der Wärme Baryt als chromsaures Salz gefällt, absitzen gelassen, filtrirt, erst mit essigsaurem, ammonhaltigem Wasser, dann mit Wasser gewaschen und chromsaurer Baryt entweder als solcher (bei 100 Grad C. getrocknet auf bei gleicher Temperatur getrocknetem Filter) gewogen oder in verdünnter Salzsäure gelöst, Baryt als Sulfat gefällt und gewogen. Der so gefällte Barytgehalt ist auf Carbonat umzurechnen, die demselben entsprechende Menge Kohlensäure vom Gesammtkohlensäuregehalt abzuziehen.

Da es vorkommen kann, daß mit dem chromsauren Baryt mehr oder weniger große Mengen von chromsaurem Strontium mitfallen, ist es stets angezeigt, die Barytfällung doppelt vorzunehmen, derartig, daß der erstgefällte chromsaure Baryt nochmals in wenig Salzsäure gelöst und zum zweitenmale nach Zusatz von Ammoniak und Essigsäure gefällt wird.

Die Bestimmung des Gehaltes von Strontium im Filtrat von der Barytfällung bietet insofern einige Schwierigkeiten, da durch die Gegenwart von Chromsäure, respective nach der Reduction derselben zu Chromoxyd das Strontiumsulfat, ebenso das Carbonat selten frei von Chromverbindungen zu erhalten sind, und andererseits durch die Löslichkeit von Strontiumsulfat in den vorhandenen essigsauren Salzen leicht zu niedrige Zahlen erhalten werden.

ad 3. Bestimmung des Kalkgehaltes. 20 Gramm der ursprünglichen Substanz werden in einem $^1/_2$ Literkolben in ca. 50 Cbcm. Salzsäure von 20 Grad Bé. gelöst, heiß mit ca. 12 Cbcm. concentrirter Schwefelsäure, die vorher auf 25—30 Grad Bé. verdünnt wurde, gefällt, auf 500 aufgefüllt und $^1/_4$ Liter = 5 Gramm Substanz entsprechend mit Ammoniak gefällt, gleich filtrirt, mit oxalsaurem Ammon gefällt, aufgekocht und der oxalsaure Kalk nach dem Aus-

Digitized by Google

waschen mit Chamäleonlösung titrirt. Der gefundene Kalkgehalt wird auf Carbonat berechnet, die Kohlensäure ebenso beim Baryt von der der Gesammtkohlensäure abgezogen und der Rest von Kohlensäure auf Strontiumcarbonat berechnet.

Die Differenz zwischen dem ad 1 gefällten Gesammtstrontiumgehalte auf Carbonat berechnet und dem wirklich als Carbonat vorhandenen ergiebt den an Kieselerde gebundenen Gehalt an Strontium als Carbonat ausgedrückt.

ad 4. Zur Bestimmung der wasserlöslichen Bestandtheile werden 20 Gramm der ursprünglichen Substanz in einem $^1/_2$ Literkolben ca. $^1/_2$ Stunde gekocht, erkalten gelassen, zur Fällung des in Lösung gegangenen Strontium, eventuell Calcium, ca. 10 Cbcm. einer kalt gesättigten Lösung von Ammoncarbonat und einige Tropfen Ammoniak zugesetzt, auf 500 Cbcm. aufgefüllt und $^1/_4$ Liter = 10 Gramm in einer gewogener Platinschale eingedampft und der Trockenrückstand geglüht und gewogen; neben Alkalien enthält derselbe stets geringe Mengen Kieselerde.

ad 5. Zur Bestimmung des Gesammtschwefelgehaltes werden 10 Gramm der ursprünglichen Substanz mit chemisch-reinem Natriumcarbonat geschmolzen, die Schmelze mit Wasser ausgekocht, auf $^1/_2$ Liter gebracht und $^1/_4$ Liter = 5 Gramm Substanz mit Salzsäure übersättigt und mit Chlorbaryum gefällt und aus dem Gewichte des erhaltenen Baryumsulfat der Procentgehalt an Schwefel berechnet.

ad 6. Die Bestimmung der Kohlensäure kann entweder aus dem Gewichtsverlust mittelst des Mohr'schen Apparates oder besser durch Gewichtszunahme im Liebig'schen Kaliapparat erfolgen. Zur Abwage kommen ca. 4 Gramm der ursprünglichen Substanz.

ad 7. Die Bestimmung des Wassergehaltes (Glühverlust) erfolgt durch schwaches, ca. $^3/_4$stündiges Glühen von 10 Gramm ursprünglicher Substanz und Wägung bis zur Gewichtsconstanz, eventuelles Befeuchten mit etwas kohlensaurem Ammon und ganz schwaches Erwärmen bis zu constantem Gewicht.

Digitized by Google

Achter Abschnitt.

Untersuchung des Saturationsgases.

Das Saturationsgas wird durch Brennen des kohlensauren Kalkes bereitet, es enthält außer Kohlensäure stets noch indifferente Gase, wie Sauerstoff und Stickstoff, welchen bei unvollständiger Verbrennung des im Kalkofen verwendeten Heizmateriales (Kohle oder seltener Holz) auch Kohlenoxyd beigemengt sein kann. Außerdem kann dasselbe bei Verwendung schlechter, schwefelreicher Kohle auch schwefelige Säure enthalten.

Die Untersuchung des Saturationsgases erstreckt sich ausschließlich auf die volumetrische Ermittlung des Kohlensäuregehaltes in einem bekannten Volumen des Saturationsgases. Eventuell wird auch qualitativ auf die Anwesenheit von schwefeliger Säure und Schwefelwasserstoff geprüft.

Die Bestimmung der Kohlensäure kann entweder mittelst der Stammer'schen Meßröhre oder mittelst des von Scheibler construirten Apparates erfolgen.

Gebrauch der Stammer'schen Meßröhre. Dieselbe (Fig. 82) besteht aus einer 50 Cbcm. fassenden Glasröhre, welche mittelst einer eingeätzten Theilung in halbe Cubikcentimeter getheilt ist. Im oberen Theile verengt sich die Röhre, an dieser Stelle ist ein Zweiweghahn a eingeschliffen. Ueber diesen erweitert sich das Rohr abermals zu einem kugelförmigen Gefäße b. Soll der Kohlensäuregehalt eines Saturationsgases ermittelt werden, so senkt man zunächst die Meßröhre in Wasser, daß der Theil bis zum Hahne

Digitized by Google

gefüllt ist und leitet nun von der Rohrleitung, in welcher das Saturationsgas nach den Saturateuren geführt wird, Gas durch die Röhre. Dies erfolgt, indem man an dem verlängerten Theil des Hahnes a einen Schlauch befestigt, durch welchen das Gas von einem Probehahne der Hauptleitung aus zugeführt wird; dem Hahne hat man dabei die entsprechende Stellung zu ertheilen. Das Gas verdrängt das Wasser aus dem Rohre; ist dies geschehen, so läßt man noch einige Zeit das Gas durchstreichen. Dann schließt man den Hahn a, entfernt den Schlauch und läßt nun vorsichtig durch a so viel Gas entweichen, daß das Wasser im Rohre genau bis zum Nullpunkte steht. Es befinden sich dann 50 Cbcm. Gas im Rohre. Nun bringt man in die Kugel b mittelst einer Pipette 20 bis 25 Cbcm. starke Kalilauge (1 : 1) und läßt durch Oeffnen des Hahnes a einen Theil der Lauge in die Röhre treten. Die Kalilauge absorbirt rasch Kohlensäure, was sich dadurch zu erkennen giebt, daß das Wasser in der Röhre zu steigen beginnt. Hebt man nun das Rohr soweit, daß die Flüssigkeit in seinem Innern etwas höher steht als in dem Glasgefäße, in welches man es eingesenkt hat, so tritt bei abermaliger Oeffnung des Hahnes a eine weitere Menge der Lauge in das Rohr. Nun verschließt man die untere Oeffnung der Röhre mit der Hand, hebt sie aus dem Wasser und schüttelt einigemale kräftig, um die Absorption der Kohlensäure vollständig zu machen. Dann bringt man das Rohr wieder in das mit Wasser gefüllte Gefäß, wartet einige Zeit, bis sich die Temperatur ausgeglichen hat, hebt das Rohr so weit, daß der Flüssigkeitsstand in seinem Innern gleich ist mit jenem im Glasgefäße und liest die Menge des im

Fig. 82.

Digitized by Google

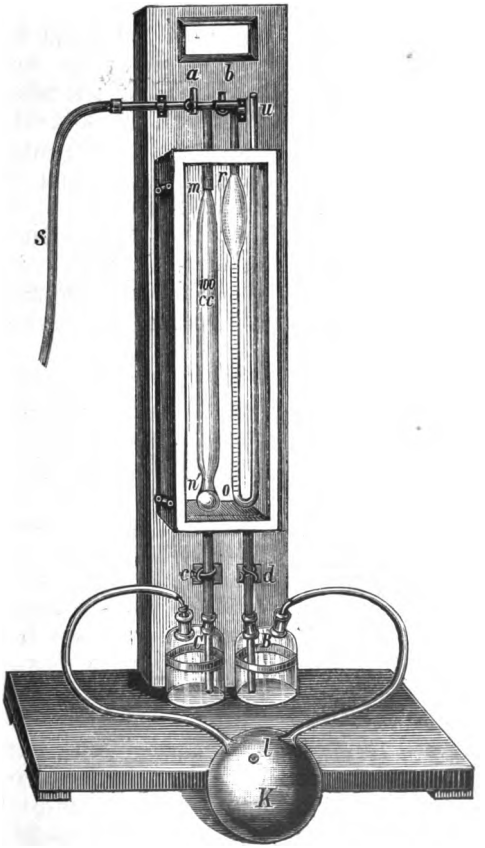
Rohre befindlichen Wassers an der Theilung ab. Da dieses an Stelle der absorbirten Kohlensäure getreten ist, entspricht seine Menge × 2 direct Volumenprocenten Kohlensäure.

Der Scheibler'sche Apparat (Fig. 83) besteht aus folgenden Theilen: Zwei calibrirte Glasrohre m n' und r o u sind von einem Glasgehäuse eingeschlossen, welches raschen Temperaturwechsel zu verhindern hat. Die Meßröhre m n' ist zwischen den bei m und n' angebrachten Marken genau in 100 Cbcm. getheilt, in ihr wird das zu untersuchende Saturationsgas abgemessen. Die andere zweischenkelige Röhre r o u (die Absorptionsröhre) faßt in dem Schenkel linker Hand zwischen den eingeätzten Punkten r und o genau 100 Cbcm. und ist von o an nach aufwärts in 40 Cbcm. (mit Unterabtheilungen von je $^1/_5$ Cbcm.) getheilt. Dies genügt, da der Kohlensäuregehalt der Saturationsgase erfahrungsgemäß niemals 40 Volumenprocente übersteigt. Der Schenkel u ist ein gerades, oben offenes, ungetheiltes Glasrohr, es dient als Druckregulator, um das in r o eingelassene Gas unter dem Drucke des Barometerstandes abmessen zu können. Beide Rohre, m n' und r o u, führen mit ihren unteren Enden mittelst Kautschukverbindungen, welche durch Quetschhähne verschließbar sind, in die zweihalsigen Flaschen C und B, und zwar bis auf die Böden derselben. Die mit der Röhre m n' in Verbindung stehende Flasche C ist mit Wasser, welches man vorher in der Weise mit Kohlensäure gesättigt hat, daß man einen Strom Kohlensäure längere Zeit durchleitet, gefüllt, in B befindet sich starke Kalilauge von 1·25—1·30 specifischem Gewichte. Die oberen Enden der beiden calibrirten Meßröhren sind mit den beiden Oeffnungen eines am oberen Theile des Holzstativs befestigten dreischenkeligen Metallrohres dicht verbunden, dieses ist mit den Hähnen a und b versehen. b ist ein Dreiweghahn, seine verschiedenen Stellungen sind an jener des Halswirbels erkenntlich. Dieselben sind in Fig. 84 besonders abgebildet. Bei der Hahnstellung I steht die Röhre m n' mit der äußeren Luft (durch eine im oberen Theile des Hahnes angebrachte freie Ausgangs-

Digitized by Google

öffnung) in Verbindung; bei der Stellung II communiciren die Rohre m n' und r o u untereinander. Bei der Stellung III

Fig. 83.



steht der Schenkel r o der U-förmigen Röhre r o u mit der äußeren Luft in Verbindung. Durch die in IV angegebene

Digitized by Google

Stellung des Hahnes b werden schließlich sämmtliche Theile gegeneinander abgeschlossen. Die dritte Oeffnung des Metallrohres, welches den Hahn a trägt, ist mit dem Kautschukschlauche s verbunden, durch welchen das zu untersuchende Gas nach der Röhre m n' geleitet wird.

Um die Rohre m n' und r o u mit den in den Flaschen C und B enthaltenen Flüssigkeiten füllen zu können, verwendet man den Kautschukball K, welcher mit beiden Flaschen durch kurze Schläuche verbunden ist. Wird derselbe mit der Hand zusammengedrückt, indem man gleichzeitig die Oeffnung l mit dem Daumen verschließt, so steigt die Flüssigkeit aus C nach m n', oder aus B nach r o u, sobald man den Quetschhahn c beziehungsweise d öffnet. Die Entleerung der Rohre erfolgt durch einfaches Oeffnen von c oder d.

Eine Bestimmung des Kohlensäuregehaltes im Saturationsgase wird mit diesem Apparate folgendermaßen ausgeführt:

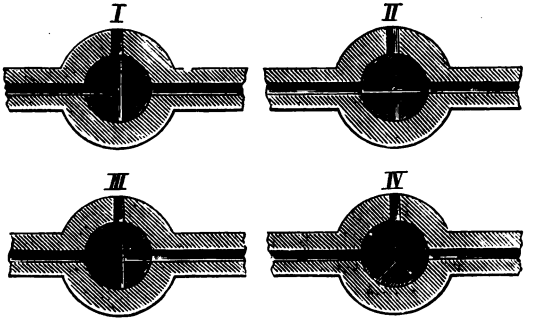
Man füllt zunächst die Rohre m n' und r o u mit den in den correspondirenden Flaschen befindlichen Flüssigkeiten genau bis zu den Marken m und r mit Hilfe des Ballons K an. Dabei sind dem Dreiweghahne b die entsprechenden Stellungen, welche die Anfüllung ermöglichen, zu ertheilen.

Um das Rohr m n mit dem zu prüfenden Gase zu füllen, öffnet man den an der Leitung angebrachten Haupthahn, sowie den Hahn a und ertheilt dem Dreiweghahne b die in Fig. 84 unter I angegebene Stellung. Nun läßt man so lange Gas durch s strömen und bei b austreten, bis alle Luft verdrängt ist. Dann wird das Rohr m n' einigemale mit dem Saturationsgase gefüllt. Dies geschieht in folgender Weise: Man schließt den Hahn b (Stellung IV) und öffnet bei offenstehendem Hahne a den Quetschhahn c, worauf sich das Rohr m n' mit Gas füllt. Hierauf wird a geschlossen, b kommt in Stellung I, und durch Zusammendrücken des Kautschukballons K wird das Gas sammt der eventuell noch im Rohre vorhandenen Luft zum Entweichen gebracht. Ist dies zwei- bis dreimal wiederholt worden, so kann eine Bestimmung vorgenommen werden.

Digitized by Google

Man schließt den Dreiweghahn b (Stellung IV) öffnet a und c und läßt so viel des zu prüfenden Gases in das Rohr m n' einströmen, daß nicht allein dieses selbst, sondern auch noch die unterhalb n' angeblasene Glaskugel davon erfüllt wird. Dann wird der Hahn a geschlossen und durch Zusammendrücken von K bei offenem Quetschhahne c die Flüssigkeit genau bis zur Marke n' eingestellt. Nun ist das Gas im Rohre um das Volumen der Glaskugel verdichtet und es genügt alsdann, den Dreiweghahn b auf 1—2 Secunden zu

Fig. 84.



öffnen, um den Ueberschuß des Gases entweichen zu lassen. Ist dies geschehen, so ertheilt man dem Dreiweghahne die Stellung II, wodurch das Rohr m n' mit der vorher genau bis zur Marke r mit Kalilauge gefüllten Röhre r o u in Verbindung tritt. Man läßt nun durch Oeffnen des Quetschhahnes d die in dem Rohrschenkel u befindliche Kalilauge fast vollständig abfließen, um das Saturationsgas in den so entstehenden Raum drücken zu können. Ist dies erfolgt, so drückt man bei geöffnetem Quetschhahne c so viel des in m n' befindlichen Gases in die Röhre r o u hinüber, als es das Steigen der Kalilauge in dem Schenkel u gestattet, ohne überzufließen, läßt hierauf das Gas wieder nach m n' zurücktreten u. s. w. Man versetzt nämlich die Kalilauge in

Digitized by Google

der Röhre u durch Drücken und Loslassen der Kugel K in eine etwa 10—12mal wiederholte auf- und absteigende Bewegung, wodurch die Absorption der Kohlensäure in dem Schenkel r o wesentlich beschleunigt wird. Schließlich drückt man alles Gas genau bis zur Marke n in das Absorptionsrohr r o, schließt den Quetschhahn c, stellt die Kalilauge in beiden Schenkeln der Röhre r o u nunmehr völlig auf gleiche Höhe (durch Abfließenlassen beziehungsweise Einpressen von Kalilauge durch den Hahn d), schließt den Dreiweghahn b (Stellung IV) und liest schließlich den Stand der Kalilauge an der Scala der getheilten Röhre nach einigem Abwarten ab, nachdem man vorher, wenn nöthig, nochmals die Oberfläche der Kalilauge in beiden Schenkeln vollkommen gleichgestellt hat. Die an der Scala abgelesene Zahl drückt dann sofort, ohne weitere Correction, den Kohlensäuregehalt des untersuchten Gases in Volumprocenten aus.

Nachweis schwefeliger Säure im Saturationsgase. Eine durch einige Tropfen einer Lösung von Jod in Jodkalium blaugefärbte, sehr verdünnte Stärkekleisterlösung wird vollkommen entfärbt, wenn man Saturationsgas durchströmen läßt, welches auch nur Spuren schwefeliger Säure enthält. Letztere führt nämlich das Jod in Jodwasserstoff über, welche Stärkelösung nicht mehr bläut:

$$2\,J + SO_2 + 2\,H_2O = 2\,HJ + H_2SO_4.$$

Nachweis von Schwefelwasserstoff im Saturationsgase. Derselbe giebt sich einerseits schon durch seinen Geruch zu erkennen, überdies läßt er sich nachweisen, indem man das Gas über einen mit essigsaurem Blei getränkten Papierstreifen streichen läßt. Durch Ausscheidung von Bleisulfid wird dieser braun bis schwarz gefärbt. Da sich Schwefelwasserstoff und schwefelige Säure nach der Gleichung:

$$2\,H_2S + SO_2 = 2\,H_2O + 3\,S$$

gegenseitig umsetzen, wobei aller Schwefel ausgeschieden wird, kann nur immer eines dieser beiden Gase anwesend sein.

Ueber vollständige Analyse des Saturationsgases siehe Abschnitt 10, »Untersuchung der Feuerungsgase«.

Digitized by Google

Neunter Abschnitt.

Untersuchung der Brennmaterialien.

Als Brennmaterialien finden Steinkohlen, Torf, Coaks und Holz Verwendung. Die Kohlen enthalten neben Kohlenstoff stets Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, je jünger eine Kohle ist, desto mehr dieser Stoffe wird sie enthalten. Außerdem besitzen die Kohlen stets einen gewissen Grad von Feuchtigkeit, dieses Wasser wirkt natürlich vermindernd auf den erzielbaren Heizeffect, da es in Dampf verwandelt werden muß. Manche Kohlen enthalten auch Schwefelkies, welcher bei höherer Temperatur in schwefelige Säure und Eisenoxyd zerfällt.

Die Bestimmung des Heizwerthes der Brennmaterialien, d. h. die Anzahl von Colorien, welche bei der Verbrennung frei wird, kann nur auf Grund der Elementaranalyse ermittelt werden. Dabei wird eine gewogene Menge des Brennstoffes im Sauerstoffstrome unter Mithilfe oxydirend wirkender Substanzen (Kupferoxyd, fein vertheiltes Platin u. s. w.) verbrannt. Die Verbrennungsproducte: Kohlensäure und Wasser werden getrennt in eigenen Absorptionsröhrchen aufgefangen und gewogen. Hat man außerdem die Asche (s. w. u.) und den Stickstoff nach irgend einer Methode ermittelt und addirt nun Asche, Feuchtigkeit, Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff (letztere aus dem Gewichte der bei der Elementaranalyse erhaltenen Kohlensäure und des Wassers berechnet), so entspricht die Differenz auf 100 dem in der Kohle (Holz, Torf u. s. w.) vorhandenen Sauerstoffe. In

Digitized by Google

welcher Weise aus diesen Zahlen der Heizwerth berechnet werden kann, ist aus einem weiter unten angeführten Beispiele ersichtlich. Da sich in Zuckerfabriken wohl niemals die Nothwendigkeit, noch Zeit und Gelegenheit ergeben wird, eine Elementaranalyse selbst vorzunehmen, so ist von der Beschreibung derselben Abstand genommen worden. Eine Elementaranalyse correct durchzuführen ist übrigens schon eine Arbeit, welche viel Uebung und Aufmerksamkeit erfordert; ihre Ausführung ist überdies in Fresenius, Quantitative Analyse, ausführlich beschrieben. Die Untersuchung der Brennmaterialien, soweit dieselbe in den Laboratorien der Zuckerfabriken vorgenommen werden kann, wird sich daher nur auf die Ermittlung der Feuchtigkeit, der Asche und des sogenannten »Schädlichen Schwefels« erstrecken können.

1. Bestimmung des Wassergehaltes. Beiläufig 10 Gramm der fein gepulverten Probe werden bei 120 bis 140 Graden bis zur Gewichtsconstanz getrocknet. Die Gewichtsabnahme wird als Wassergehalt in Procenten angegeben.

2. Bestimmung der Asche. Man wiegt in einer tarirten Platinschale 5 Gramm der gepulverten Substanz ab und bringt die Schale in eine kalte Muffel, welche man nun erst langsam bis zur Rothgluth anheizt. Dabei verbrennt die Kohle und die Asche bleibt zurück. Würde man die Kohle direct in eine schon glühende Muffel bringen, so würde dieselbe zusammensintern und nur schwer zu veraschen sein. Um sich schließlich von der vollständigen Veraschung zu überzeugen, übergießt man die Asche mit etwas absolutem Alkohol. Ist noch unverbrannte Kohle vorhanden, so steigt dieselbe empor und schwimmt auf der Oberfläche. Dann verbrennt man den Alkohol und bringt die Schale nochmals in die Muffel. Die Gewichtszunahme der Schale ist das Gewicht der Asche von 5 Gramm Kohle $\times$ 20 = Procente Asche.

3. Bestimmung des »schädlichen« Schwefels. Schwefel ist in den Brennmaterialien theils in Verbindung mit

Digitized by Google

Eisen als Schwefelkies, theils in Form schwefelsaurer Salze vorhanden. Letztere gehen, ohne eine Veränderung zu erleiden, bei der Verbrennung in die Asche über; Schwefelkies dagegen spaltet bei höherer Temperatur schwefelige Säure ab, welche sich schließlich in den Feuerungsgasen vorfindet. Der in Verbindung mit Eisen vorhandene Schwefel wird als »schädlicher Schwefel« bezeichnet. Er kann nur aus der Differenz zwischen dem Gesammt-Schwefelgehalt einer Kohle und dem in der Asche verbleibenden Schwefel ermittelt werden.

a) Bestimmung des Gesammt-Schwefelgehaltes (nach Eschka). 0·5 bis 1 Gramm der feingepulverten Kohle werden mit einem Gemenge von 1 Gramm gebrannter Magnesia und 0·5 wasserfreier Soda (beide schwefelsäurefrei!) in einem Platintiegel innig gemengt und bis zur völligen Veraschung im schief liegenden Tiegel geglüht.

Nach dem Erkalten wird der Tiegelinhalt in ein Becherglas gespült, Bromwasser bis zur bleibenden Gelbfärbung zugefügt und mit Salzsäure gekocht. Hierdurch führt man allen in der Kohle vorhandenen Schwefel in Schwefelsäure über. Nachdem man die Flüssigkeit filtrirt hat, bestimmt man darin nach Seite 272 durch Fällung mit Chlorbaryum die Schwefelsäure. Durch Multiplication der gefundenen Menge Baryumsulfat mit 0·137 erhält man die in 1 Gramm Kohle vorhandene Menge des Gesammtschwefels.

b) Bestimmung des indifferenten Schwefels. Zur Bestimmung des in Form von Sulfaten vorhandenen Schwefels wird eine neue Portion des Brennmaterials verascht, die Asche mit verdünnter Salzsäure aufgenommen und im Filtrate die Schwefelsäure mit Chlorbaryum gefällt. Die Differenz zwischen Gesammtschwefel und dem in Form von Sulfaten in der Asche gebundenen Schwefels giebt die Menge des flüchtigen, mit den Feuerungsgasen entweichenden Schwefels.

4. Berechnung des theoretischen Heizeffectes auf Grund der Elementaranalyse. Eine untersuchte Kohle besitzt folgende Zusammensetzung:

Digitized by Google

74·46 %	Kohlenstoff,
4·55 »	Wasserstoff,
10·82 »	Sauerstoff (Differenz),
1·04 »	Stickstoff,
4·95 »	Wasser (hygroskopisches),
4·18 »	Asche.
100·00	

Bei der Verbrennung benöthigen 16 Theile Sauerstoff 2 Theile Wasserstoff, die in dieser Kohle vorhandenen 10·82 Theile Sauerstoff somit

$16 : 2 = 10{\cdot}82 : x$, $x = 1{\cdot}34$ Theile Wasserstoff,

welche mit dem vorhandenen Sauerstoffe $10{\cdot}82 + 1{\cdot}34 = 12{\cdot}17$ Theile Wasser bilden. Dieses Wasser wird als »chemisch gebunden« in der Zusammenstellung angeführt. Von den 4·55 Theilen Wasserstoff verbleiben somit noch $4{\cdot}55 - 1{\cdot}34 = 3{\cdot}11$ Theile, welche als »Wasserstoff disponibel« angeführt werden.

Die Zusammensetzung der Kohle ist dann folgende:

74·46 %	Kohlenstoff (C),	
3·20 »	Wasserstoff (disponibel) (H),	
1·04 »	Stickstoff,	
12·17 »	Wasser (chemisch gebunden)	= 17·12 %
4·95 »	Wasser (hygroskopisch)	
4·18 »	Asche.	
100·00		

Bei vollständiger Verbrennung liefert Kohlenstoff 8080 Wärmeeinheiten oder Calorien. Der Wasserstoff bei Verbrennung zu Wasserdampf 29.633 Calorien. 1 Kg. Wasser verbraucht, um in Dampf von 100 Grad C. verwandelt zu werden, 637 Wärmeeinheiten.

Der absolute Wärmeeffect p beträgt somit:

$$p = \frac{8080 \times C + 29.633 \times H - 637 \times \text{chem.} + \text{hygrosk. Wasser}}{100}$$

Digitized by Google

Werden die oben angegebenen Werthe in diese Formel eingesetzt, so lautet dieselbe:

$$p = \frac{(8080 \times 74{\cdot}46) + (29{\cdot}633 \times 3{\cdot}20) - (637 \times 17{\cdot}12)}{100} = 6854{\cdot}57 \text{ Cal.}$$

Der Verdampfwerth, d. i. die Menge Wassers, welche 1 Kg. dieser Kohle in Dampf von 100 Grad C. zu verwandeln im Stande ist, beträgt:

$$\frac{\text{Calorien}}{637} = \frac{6854{,}57}{637} = 10{\cdot}76.$$

Digitized by Google

Zehnter Abschnitt.

Untersuchung der Feuerungsgase.

Erfolgt die Verbrennung der Brennmaterialien unter genügendem Luft- beziehungsweise Sauerstoffzutritt, so wird der Kohlenstoff vollständig zu Kohlensäure, der Wasserstoff jedoch zu Wasser verbrannt, welches als Wasserdampf mit den Verbrennungsgasen entweicht. Ist dagegen die Verbrennung nur unvollständig, so wird nur ein Theil des Kohlenstoffes als Kohlensäure entweichen, der andere Theil jedoch als Kohlenoxyd, womit ein Verlust an Wärme verbunden ist. Die Verbrennung des Feuerungsmateriales unter den Kesseln ist daher stets in der Weise zu leiten, daß sie vollständig ist; dies läßt sich aber nur dann erreichen, wenn die Luft, beziehungsweise der in derselben enthaltene Sauerstoff genügenden Zutritt zur Verbrennungsstelle findet. Die abziehenden Gase sollen daher nur aus Kohlensäure und Wasserdampf, verdünnt durch überschüssige atmosphärische Luft, bestehen, d. h. stets freien Sauerstoff enthalten.

Das eben Gesagte gilt auch für die aus dem Kalkofen abziehenden Gase, welche naturgemäß bedeutend reicher an Kohlensäure sein müssen, da hier die aus dem Brennmateriale entstehende noch um die beim Brennen des Kalksteines freiwerdende vermehrt wird. Diese Gase enthalten im Mittel — bei gut geleitetem Betriebe — 30 % Kohlensäure. Damit die Verbrennung des Brennmateriales stets eine vollständige sei, sollen sie überdies 0·5 bis 1·0 % freien Sauerstoff enthalten, das Saturationsgas wird dann auch nicht zu sehr verdünnt sein.

Digitized by Google

Um sich von dem richtigen Verlauf der Verbrennung des Brennmateriales unter dem Kessel, sowie von der Regelmäßigkeit im Betriebe des Kalkofens zu überzeugen, ist es daher nöthig, in den abziehenden Gasen von Zeit zu Zeit den Gehalt an Kohlensäure, Kohlenoxyd und Sauerstoff zu ermitteln. Es erfolgt dies, indem man in geeigneten Apparaten ein gemessenes Volumen des Gases nacheinander mit verschiedenen Absorptionsmitteln behandelt, welche die genannten Gase aufnehmen, und jedesmal die Volumabnahme, welche gleich dem Volumen des absorbirten Gases ist, bestimmt. Die Kohlensäure wird von starker Kalilauge absorbirt, das Kohlenoxyd von einer salzsauren Lösung von Kupferchlorür, und der Sauerstoff durch eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure, welche dabei geschwärzt und theilweise oxydirt wird.

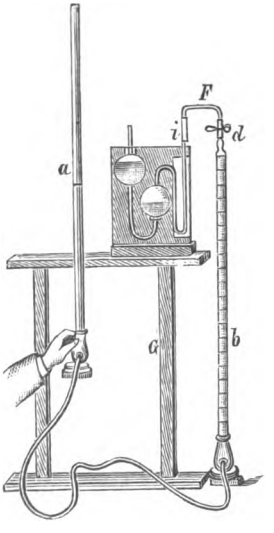
Zur Ausführung der technischen Gasanalyse wurde eine große Zahl von Apparaten construirt, welche besonders dafür eingerichtet sind, die Bestimmung der einzelnen Componenten der Rauchgase an Ort und Stelle vornehmen zu können. Solche Apparate wurden von Bunte, Orsat u. v. a. angegeben. Wird jedoch eine Gasanalyse an Ort und Stelle, d. h. direct bei der Feuerungsanlage vorgenommen, so ist dies mit mannigfachen Uebelständen verbunden. Denn gewöhnlich ist dann auch die Thätigkeit des Analysators durch andere gleichzeitig auszuführende Untersuchungen, wie Temperatur- und Zugmessungen, in Anspruch genommen, außerdem kann die Genauigkeit der Analysen durch die von der Feuerungsanlage ausgestrahlte Wärme sehr ungünstig beeinflußt werden.

Wir empfehlen daher dort, wo es sich um regelmäßige Durchführung der Untersuchung von Rauchgasen handelt, den Gebrauch der von W. Hempel angegebenen Apparate. Dieselben sind speciell für den Gebrauch im Laboratorium eingerichtet, sind sehr compendiös, gestatten ein sicheres und rasches Arbeiten und ergeben Resultate, welche der exacten Gasanalyse über Quecksilber an Genauigkeit nur wenig nachstehen. Selbstverständlich ist es dann nöthig, die Probe-

Digitized by Google

nahme an Ort und Stelle mittelst eigener Gefäße vorzunehmen. Dieselben bestehen aus einer weiten, an beiden Enden stark verjüngten Glasröhre von circa 30 Cm. Länge und beiläufig 300 Cbcm. Inhalt. An beiden Enden befinden sich Kautschukschläuche, welche durch Quetschhähne verschließbar sind. Dieses Rohr wird mit einem eigens zur Probenahme bestimmten, in den Gasabzugscanal eingelassenen, beiderseits offenen T-Rohre verbunden, und nun wird mittelst einer Saugpumpe oder eines Aspirators so lange von dem Rauchgase durchgesaugt, bis man sicher sein kann, daß alle Luft verdrängt ist. Ist dies der Fall, so werden beide Quetschhähne geschlossen und nun das in dem Gefäße eingeschlossene Gas der weiteren Untersuchung zugeführt.

Fig. 85.



Bei dem Hempel'schen Apparate wird die Messung des Gases in Büretten vorgenommen, die Absorptionen in kugelförmigen Pipetten, welche mit den ersteren durch leicht abnehmbare, gläserne, ⌐¬-förmige Capillarröhrchen in Verbindung gesetzt werden können.

Die Hempel'sche Gasbürette (Fig. 85) besteht aus der Meßröhre b und der Niveauröhre a. Erstere besitzt durchgehends gleiche Weite und endigt oben in ein kleines capillares Röhrchen, welches ungefähr $^1/_2$ bis 1 Mm. weit und 3 Cm. lang ist, unten verjüngt sich dieselbe und ist seitlich umgebogen. Dieses Ende steckt in einem in einem Eisenfuße befestigten Holzstiele und ragt aus diesem ein Stück hervor. Die Meßröhre ist von der Capillare bis etwas über dem Holzfuße mit einer 100 Cbcm. umfassenden Theilung

Digitized by Google

in 0·2 Cbcm. versehen. Das untere hervorragende Ende ist durch einen circa 120 Cm. langen Kautschukschlauch, der in der Mitte ein kurzes Stück Glasrohr eingeschaltet enthält, mit der Niveauröhre a verbunden, welche in einem ähnlichen Fuße wie b steckt. Auf das Capillarrohr der Meßröhre wird ein kurzes Stück von engem, dickwandigem Kautschukschlauch gesteckt und durch Drahtligaturen befestigt. Dasselbe trägt dicht hinter der Capillare einen Quetschhahn und dient zur Aufnahme des ⌐¬-förmigen Capillarrohres F, durch welches die Bürette mit dem Eingangsrohre der

Fig. 86.

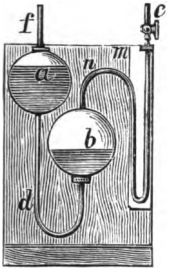
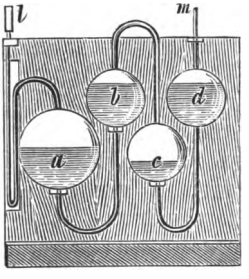


Fig. 87.



einzelnen Kugelpipetten verbunden wird, welches gleichfalls einen Kautschukschlauch mit Quetschhahnverschluß trägt. Die Kugelpipette wird auf eine kleine Holzbank G gestellt, welche so hoch ist, daß i und d in gleicher Höhe liegen.

Die Kugelpipetten bleiben stets mit derselben absorbirenden Flüssigkeit gefüllt, es sind daher ihrer soviel nöthig, als man Gase bestimmen will. Die einfache Absorptionspipette (Fig. 86) besteht aus den beiden, durch ein gebogenes Rohr d miteinander verbundenen Kugeln a und b; von der letzteren zweigt oben das heberförmig gekrümmte, 0·5 bis 1 Mm. weite starkwandige Capillarrohr c ab, während erstere ein weites Ausführungsrohr f trägt. Die Pipette ist auf einem Holzstativ mit Fuß in zweckmäßiger Weise be-

Digitized by Google

festigt. Um die Bewegung eines Flüssigkeitsfadens in dem Capillarrohre gut beobachten zu können, befindet sich hinter demselben eine in das Gestell eingelassene Milchglasplatte m. Die Enden von f und c ragen ein Stück über die Holzfassung empor, c ist mit einem kurzen, dickwandigen Kautschukrohre versehen. Diese Pipetten dienen für die Aufbewahrung von Flüssigkeiten, welche nicht leicht durch den Einfluß der Luft verändert werden, wie z. B. Kalilauge. Das Reagenz wird durch Eingießen in f in die Pipette gebracht und füllt die 150 Cbcm. fassende Kugel b vollständig aus, und deren Capillare c ungefähr bis m, die Kugel a von 100 Cbcm. Inhalt dagegen nur sehr wenig. Nach dem Gebrauche der Pipette verschließt man f durch einen kleinen Kork und e durch einen Glasstab.

Die zusammengesetzte Absorptionspipette (Fig. 87) dient zur Aufnahme jener Flüssigkeiten, welche durch den Sauerstoff der Luft leicht verändert werden können, und davor geschützt werden müssen, also der Pyrogallussäure oder des Kupferchlorürs. Dieselbe besteht aus den beiden Kugelpaaren a b und c d, von denen das erste als Absorptionsvorrichtung dient und Reagenz enthält, während das zweite einen hydraulischen Verschluß bildet, und mit Wasser gefüllt wird. Man füllt die Pipette durch ein auf das Capillarrohr aufgesetztes, 1 Meter langes Glasrohr mit angefügtem Trichter. Dann wird in das Kugelpaar c d so viel Wasser gefüllt, daß beim Gebrauche der Pipette der hydraulische Verschluß nicht aufgehoben wird.

Gebrauch der Hempel'schen Apparate. Um zunächst die Bürette mit Gas zu füllen (siehe Fig. 85), nimmt man die Verbindungscapillare F aus dem Kautschukrohr bei d heraus, hebt die Niveauröhre a mit der rechten Hand hoch, während man mit der linken den Quetschhahn d so lange öffnet, bis das Wasser oben ausfließt. Man verbindet jetzt das Ausgangsende von b mittelst eines Glasrohres mit der Entnahmestelle der Gasprobe (z. B. dem beschriebenen Sammelgefäße oder dem nach dem Kalkofen

Digitized by Google

führenden Rohre), stellt das Niveaurohr a auf den Boden und läßt bei wieder geöffnetem Quetschhahne d so lange Wasser aus der Meßröhre abfließen, bis etwas mehr als 100 Cubcm. Gas eingetreten sind. Um dies bei Verwendung eines Sammelgefäßes zu ermöglichen, muß man dasselbe in einen hohen, mit Wasser gefüllten Cylinder tauchen. Dann öffnet man das eine Ansatzrohr unter Wasser und nun den am oberen Ende befindlichen Quetschhahn, nachdem man die Verbindung mit der Bürette hergestellt hat.

Nachdem zwei bis drei Minuten nach dem Einfüllen der Gasprobe verflossen sind (um der an den Wänden haftenden Flüssigkeit Zeit zum Abfließen zu lassen), comprimirt man das Gas durch Heben der Niveauröhre so weit, daß das Wasser in b etwas über den Nullpunkt steigt, klemmt dann den Verbindungsschlauch zwischen b und a dicht hinter dem aus dem Fuße hervorragenden Ende der Meßröhre mit zwei Fingern der linken Hand fest zusammen, senkt die Niveauröhre und läßt durch vorsichtiges Oeffnen der Finger wieder so viel Wasser abfließen, daß der Wasserspiegel in b gerade mit dem Nullpunkte zusammenfällt. Oeffnet man nun für einen Augenblick den Quetschhahn der Meßröhre, so verschwindet der Ueberdruck des Gases unter deutlich hörbarem Zischen und man hat genau 100 Cbcm. Gas unter dem Drucke der Atmosphäre abgesperrt, wovon man sich durch Gleichstellung des Flüssigkeitsniveaus in a und b überzeugen kann.

Um einen Gasbestandtheil, z. B. Kohlensäure im Rauch- oder Saturationsgase, zu absorbiren, verbindet man die einfache, mit Kalilauge gefüllte Absorptionspipette, deren Capillarrohr durch einen Quetschhahn verschlossen und bis unterhalb desselben mit Kalilauge gefüllt ist, durch ein ⌐¬-förmig gebogenes Capillarrohr mit der Meßröhre. Man hebt nun das Niveaurohr hoch, öffnet zuerst den Quetschhahn der Bürette, dann der Pipette, läßt das Wasser in b so hoch steigen, bis es etwas über die Mitte der Verbindungscapillare gelangt ist und schließt beide Quetschhähne.

Digitized by Google

Hierauf zieht man die Verbindungscapillare aus dem Kautschukrohre der Pipette heraus und bringt durch gelindes Schwenken der letzteren (heftiges Durchschütteln ist zu vermeiden) das Gas mit dem Reagenz in innige Berührung. Auf diese Operation sind meist zwei Minuten zu verwenden, bei Gasen jedoch, welche nur langsam absorbirt werden, wie Kohlenoxyd durch Kupferchlorürlösung, drei bis vier Minuten.

Nach vollendeter Absorption wird die Pipette wieder durch die Capillare F mit der Bürette verbunden, das Niveaurohr auf den Boden gestellt und das Gas durch vorsichtiges Oeffnen der Quetschhähne nach der Meßröhre zurückgesaugt. Man richtet dabei das Auge auf die Capillare der Pipette und schließt deren Quetschhahn, wenn das Reagenz wieder zu seiner früheren Stellung zurückgekehrt ist. Nachdem man auch den Quetschhahn d geschlossen hat, entfernt man die Pipette, wartet zwei bis drei Minuten und liest dann das übriggebliebene Volumen des Gases ab, selbstverständlich unter Gleichstellung des Flüssigkeitsvolumens in a und b.

Um sämmtliche absorbirten Bestandtheile eines Gases zu bestimmen, verbindet man die Bürette nach einander mit ebenso vielen mit besonderen Reagenzien gefüllten Pipetten, als absorbirbare Gase vorhanden sind, und zwar in der Reihenfolge, wie dieselbe nach der Natur der einzelnen Bestandtheile angemessen erscheint. In unserem Falle, d. h. wenn Rauchgas oder Saturationsgas zu untersuchen ist, wäre dieselbe Kalilauge, Pyrogallussäure und Eisenchlorürlösung.

Im Allgemeinen muß zum Gebrauche der Hempel'schen Apparate bemerkt werden, daß man erst dann vollkommen richtige Resultate erhält, wenn die Absorptionspipetten einigemale verwendet wurden, da dann die Absorptionsmittel mit den schwach chemisch oder mechanisch absorbirbaren Gasen gesättigt sind. Ebenso muß man das Sperrwasser der Bürette mit den zu messenden Gasen sättigen, indem man durch dasselbe vorher in einem Kochkolben das betreffende Gas kurze Zeit in schnellem Strome leitet.

Digitized by Google

1. Beispiel. Rauchgas. Ursprüngliches Volumen 100 Cbcm.

Entfernt durch Absorption		
in Kalilauge	11·1 Cubcm.	= % Kohlensäure
in Pyrogallussäure . .	1·5 »	= Sauerstoff
Da bei Anwesenheit freien Sauerstoffes Kohlenoxyd nicht zugegen sein kann .	0·0 »	= Kohlensäure
Rest	87·4 »	= Stickstoff
	100·00	

2. Beispiel. Rauchgas. Ursprüngliches Volumen 100 Cbcm.

Entfernt durch Absorption		
in Kalilauge	8·7 Cbcm.	= % Kohlensäure
in Pyrogallussäure . .	0·0 »	= Sauerstoff
in Eisenchlorürlösung .	0 9 »	= Kohlenoxyd
Rest	90·4 »	= Stickstoff
	100·00	

Durch den Nachweis von Kohlenoxyd ist in diesem Falle die Verbrennung unvollständig gewesen.

3. Beispiel. Saturationsgas. Ursprüngliches Volumen 100 Cbcm.

Entfernt durch Absorption		
in Kalilauge	30·3 Cbcm.	= % Kohlensäure
in Pyrogallussäure . .	2·5 »	= Sauerstoff
Da bei Anwesenheit freien Sauerstoffes Kohlenoxyd nicht zugegen sein kann .	0·0 »	= Kohlenoxyd
Rest	67·2 »	= Stickstoff
	100·0	

Digitized by Google

Elfter Abschnitt.

Untersuchung des Wassers.

Das Wasser wird dem Sprachgebrauche nach in hartes und weiches Wasser unterschieden. Hart heißt ein Wasser dann, wenn es eine große Menge anorganischer Bestandtheile gelöst enthält, weich, wenn dies nicht der Fall ist. Die die Härte bedingenden Stoffe sind hauptsächlich Calcium- und Magnesiumcarbonat, welche theilweise durch die im Wasser vorhandene freie und halbgebundene Kohlensäure in Lösung gehalten werden. Diese Kohlensäure wird durch Kochen ausgetrieben, es wird dann ein Theil der Calcium- und Magnesiumverbindungen unlöslich und diese scheiden sich beim Kochen des Wassers aus, wodurch dieses weicher wird.

Für die Zwecke der Zuckerfabrikation sind in allen Fällen jene Wässer die geeignetsten, welche die geringste Menge gelöster Stoffe enthalten. Denn abgesehen davon, daß diese die Bildung von Kesselstein in den Kesseln, Wasserstein in den Condensatoren u. s. w. bedingen, bewirken sie auch insoferne eine Verschlechterung der Säfte, als diese durch den größeren Reichthum an anorganischen Salzen weniger krystallisationsfähig werden.

Die in Betracht kommenden Betriebswässer werden entweder aus Flußläufen oder Brunnen entnommen. Das Flußwasser ist im Allgemeinen reiner, d. h. ärmer an gelösten Bestandtheilen als Brunnenwasser, doch kommt sehr häufig der Fall vor, daß Flußwasser durch die Abwässer industrieller Etablissements oder durch jene menschlicher Ansiedelungen derart verunreinigt wird, daß es als

Digitized by Google

Betriebswasser nicht mehr verwendbar ist. Wasser, welches den an dasselbe gestellten Anforderungen entsprechen soll, darf keine bedeutenden Mengen gelöster Stoffe enthalten, auch soll dasselbe Zersetzungsproducte organischer Substanzen, wie salpetrige Säure, Salpetersäure und Ammoniak nicht oder nur in Spuren aufweisen.

Wässer, welche eine große Menge von Sulfaten (Gyps) enthalten, müssen oft, besonders wenn dieselben als Kesselspeisewasser verwendet werden sollen, vor dem Gebrauche einer chemischen Reinigung unterzogen werden. Dieselbe besteht meist darin, daß das zu reinigende Wasser mit kohlensaurem Natron (Soda) versetzt wird. Es scheidet sich dann der Kalk als kohlensaurer Kalk ab, während die Schwefelsäure, an Natron gebunden, in Lösung bleibt.

Durch Filtration oder Abheben wird dann das Wasser vom Niederschlage getrennt. Ein anderes Mittel besteht in der Verwendung von Bariumchlorid, welches die Schwefelsäure bindet, während der Kalk in Lösung bleibt. Der schwefelsaure Baryt setzt sich seines hohen specifischen Gewichtes wegen sehr rasch zu Boden und das überstehende klare Wasser kann durch bloßes Ablassen von dem Niederschlage getrennt werden. Hartes Wasser, dessen Härte durch gelöste Bicarbonate der Erdalkalimetalle bedingt ist, wird häufig in der Weise weicher gemacht, daß man dasselbe mit Kalkmilch versetzt. Der Aetzkalk bindet dann die freie und halbgebundene Kohlensäure und es entsteht unlösliches Calciumcarbonat. Andererseits werden aber auch die Bicarbonate des Calciums und Magnesiums in die einfachen Carbonate verwandelt und dadurch unlöslich.

Der Zuckerfabriks-Chemiker wird wohl niemals in die Lage kommen, die vollständige Analyse eines Wassers durchzuführen. Einzelne Bestimmungen jedoch, welche zur Beurtheilung der Qualität eines Wassers, sowie über die Art und Weise seiner Reinigung, soferne die Durchführung einer solchen nöthig ist, wichtige Anhaltspunkte geben, sind höchst einfacher Natur und können sehr leicht ausgeführt werden. Diese Bestimmungen (Gesammtrückstand, bleibende und vor-

Digitized by Google

übergehende Härte, sowie einzelne qualitative Reactionen) sollen daher im Folgenden in Kürze besprochen werden.

Bestimmung des Gesammtrückstandes. Eine größere Partie des Wassers, welches vorher durch Filtration von den etwa darin vorhandenen suspendirten Bestandtheilen zu befreien ist, am besten 500 Cbcm., werden in einer gewogenen Platinschale auf dem Wasserbade zur Trockene verdampft und der Rückstand bei 120 bis 140 Grad C. getrocknet. Die Gewichtszunahme der Schale entspricht der vorhandenen Menge des Gesammtrückstandes, welche auf 100.000 Theile Wasser berechnet wird. Betrug derselbe beispielsweise für 500 Cbcm. 0·182 Gramm, so sind in 1000 Theilen Wasser $0{\cdot}182 \times 2 = 0{\cdot}3640$ Gramm, in 100.000 Theilen dann 36·40 Theile enthalten. Durch Glühen des Gesammtrückstandes in der Platinschale kann man die organischen Substanzen verbrennen. Die Gewichtsabnahme entspricht dann annähernd dem Gehalte des Wassers an organischer Substanz. Die Gewichtsabnahme wird als Glühverlust, berechnet auf 100.000 Theile, angegeben.

Bestimmung der Härte. Die Härte eines Wassers wird, wie schon erwähnt wurde, durch die in demselben enthaltenen Mengen an Calcium- und Magnesiumsalzen bedingt. Deren Menge kann gewichtsanalytisch nur auf ziemlich umständliche Weise ermittelt werden, rasch, wenn auch nur annäherungsweise, wird sie durch Titrirung mit Seifenlösung von bekanntem Gehalte bestimmt. Diese Methode beruht darauf, daß sich das fettsaure Kali der Seife mit den gelösten neutralen Salzen des Calciums und Magnesiums in der Weise umsetzt, daß sich letztere in Verbindung mit der Fettsäure ausscheiden und die löslichen Kaliumsalze der früher mit ihnen verbundenen Säuren resultiren. Die Beendigung der Umsetzung giebt sich in der Weise zu erkennen, daß, sobald ein geringer Ueberschuß der Seifenlösung vorhanden ist, durch gleichmäßiges Schütteln ein längere Zeit nicht verschwindender Schaum entsteht. Da äquivalente Mengen der neutralen Erdalkalimetall- und Magnesiumsalze genau gleiche Quantitäten derselben Seifenlösung zersetzen,

Digitized by Google

so kann die Einwirkung einer bestimmten Menge eines dieser Salze auf titrirte Seifenlösung als Maßstab der Härte verwendet werden. Es kann aber daher durch Titration mit Seifenlösung nicht die absolute Menge der in einem Wasser vorhandenen Kalk- und Magnesiaverbindungen ermittelt

Fig. 88.

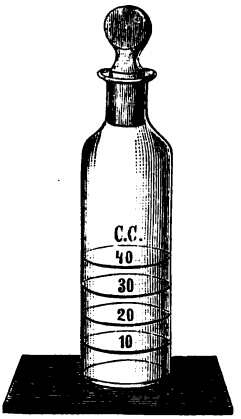
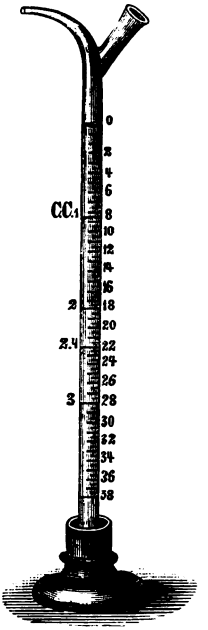


Fig. 89.



werden, sondern man erhält als Resultat die Summe der die Härte des Wassers bedingenden Verbindungen in dem Aequivalente eines ihrer Oxyde oder Salze ausgedrückt.

In Deutschland werden die in 100.000 Theilen Wasser vorhandenen Einheiten an Kalk (CaO) als Härtegrad bezeichnet. Die Magnesiumverbindungen werden dabei in den ihnen äquivalenten Mengen Kalkes ausgedrückt. In

Digitized by Google

Frankreich versteht man unter Härtegraden = Einheiten Calciumcarbonat ($CaCO_3$) in 100.000 Theilen Wassers.

Die Härte des ungekochten Wassers wird als dessen Gesammthärte bezeichnet. Die Härte des gekochten, durch Zusatz von destillirtem Wasser wieder auf das ursprüngliche Volumen gebrachten Wassers wird bleibende oder permanente Härte genannt. Die Differenz zwischen beiden bildet die vorübergehende oder temporäre Härte.

Bestimmung der Gesammthärte. Die Gesammthärte wird zweckmäßig nach Boutron und Boudet bestimmt, man erhält französische Härtegrade = Theilen Calciumcarbonat in 100.000 Theilen Wasser. Durch Multiplication der gefundenen Zahl mit dem Factor 0·56 wird dieselbe auf deutsche Härtegrade umgerechnet. Die Ausführung erfolgt in folgender Weise:

Mittelst einer Pipette werden 40 Cbcm. des Wassers abgemessen und in eine cylindrische, durch einen eingeriebenen Stöpsel verschließbare Flasche von 80—100 Cbcm. Inhalt (Fig. 88) gebracht. Dieselbe ist mit Marken von 10—40 Cbcm. versehen. Bei Wässern, welche mehr als 30 französische, beziehungsweise 16·8 deutsche Härtegrade besitzen, wendet man nur 20 oder 10 Cbcm. an und füllt mit destillirtem Wasser bis zur 40 Cbcm.-Marke auf. Das erhaltene Resultat ist dann mit dem Verdünnungscoëfficienten zu multipliciren.

Die Seifenlösung (Breitung und Titerstellung, siehe im Anhange) wird in eine enge Tropfbürette (Fig. 89) gefüllt. Der Raum, welchen 2·4 Cbcm. darin einnehmen, ist in 23 gleiche Theile, sogenannte Grade getheilt, diese Theilung ist bis 32 oder 40 Grade nach abwärts fortgesetzt. Eine Theilung in halbe Grade ermöglicht ein genaueres Ablesen.

Die Seifenlösung ist derart gestellt, daß genau 23 Grade derselben genügen, um 8·8 Mgr. Calciumcarbonat oder eine diesen äquivalente Menge eines anderen neutralen

Digitized by Google

Erdalkalisalzes in 40 Cbcm. wässeriger Lösung zu zersetzen und zugleich den zur Erkennung des Endes der Reaction nöthigen Schaum hervorzurufen. Für die Schaumbildung in 40 Cbcm. reinen destillirten Wassers ist ein Grad der Seifenlösung erforderlich, welcher, da er nur zur Erkennung des Endes der Reaction dient, bei jedem Versuche in Abzug zu bringen ist. Um das Ablesen zu erleichtern, verrückt man daher den Nullpunkt der auf der Bürette verzeichneten Theilung um einen Grad nach abwärts, die Seifenlösung ist jedoch für jede Titration bis zum Kreisstriche über Null aufzufüllen.

Sind in 40 Cbcm. Wasser 8·8 Mgr. Calciumcarbonat gelöst, so enthalten 100 Cbcm. desselben Wassers $8·8 \times 2·5 = 22$ Mgr. dieses Salzes, d. h. 22 Grade der Seifenlösung zeigen 22 Mgr. Calciumcarbonat in 100 Cbcm. oder Grammen des Wassers an. Ein Grad Seifenlösung ist also gleich einem Theil Calciumcarbonat in 100.000 Theilen Wasser oder einem französischen Härtegrade.

Die Seifenlösung wird am vortheilhaftesten mittelst einer Pipette durch die große Oeffnung der Bürette eingefüllt.

Bei der Ausführung einer Bestimmung ergreift man die Tropfbürette mit dem Daumen und Mittelfinger der rechten Hand, den Zeigefinger verwendet man man zum Verschließen der größeren Oeffnung. Ein vorsichtiges Berühren der Bürette ist nothwendig, um die Ausdehnung der Seifenlösung durch die Wärme der Hand zu vermeiden. Durch entsprechendes Neigen der Bürette, wobei man den Zeigefinger ein wenig von der weiteren Oeffnung entfernt, läßt man einen Theil der Seifenlösung durch die enge Oeffnung in das cylindrische Stöpselglas, in welchem sich das zu prüfende Wasser befindet, fließen. Hierauf erfaßt man das Glas mit der linken Hand, hält den Daumen auf den Stöpsel und schüttelt es kräftig und gleichmäßig in horizontaler Richtung. Anfangs wird die Seifenlösung nach jedesmaligem Schütteln in größerer Menge, zuletzt jedoch nur tropfenweise zugesetzt, bis sich der ent-

Digitized by Google

stehende Schaum wesentlich unverändert während fünf Minuten auf der Oberfläche hält. Darauf bringt man die Tropfbürette in die verticale Lage, indem man sie oben zwischen Daumen und Zeigefinger schwebend hält, saugt die in der Ausflußöffnung befindliche Seifenlösung vorsichtig zurück, und liest, nachdem die Flüssigkeit vollständig von den Wandungen der Bürette herabgeflossen ist, den Stand derselben an der Gradtheilung ab.

Beispiel. 10 Cbcm. Wasser zu 40 Cbcm. verdünnt verbrauchten 22·5 Grad Seifenlösung.

Die Gesammthärte beträgt demnach:

$$22{\cdot}5 \times 4 = 90{\cdot}0 \text{ französische}$$

und $90{\cdot}0 \times 0{\cdot}56 = 50{\cdot}4$ deutsche Härtegrade.

Bestimmung der bleibenden Härte. Zu dieser Bestimmung werden 250 der 500 Cbcm. Wasser in einem geaichten Glaskolben abgemessen und in einem Becherglase wenigstens eine halbe Stunde im Sieden erhalten, wobei man das verdampfte Wasser öfters annähernd durch destillirtes Wasser ersetzt. Nach dem Erkalten überträgt man das gekochte Wasser wieder in das ursprüngliche Maßgefäß, füllt mit destillirtem Wasser bis zur Marke auf und filtrirt durch ein trockenes Faltenfilter in ein trockenes Glas. 40 Cbcm. des Filtrates, oder 20 Cbcm. desselben auf 40 Cbcm. verdünnt, werden dann in der beschriebenen Weise mit Seifenlösung titrirt.

Beispiel. 10 Cbcm. des schon untersuchten Wassers von 90·0 französischen Graden Gesammtheit verbrauchten nach dem Kochen 17·5 Grad Seifenlösung.

Die bleibende Härte beträgt demnach:

$$17{\cdot}5 \times 4 = 70{\cdot}0 \text{ französische}$$

oder $70{\cdot}0 \times 0{\cdot}56 = 39{\cdot}2$ deutsche Grade.

Die vorübergehende Härte ist demnach:

$$90{\cdot}0 - 70{\cdot}0 = 20{\cdot}0 \text{ französische}$$

oder $50{\cdot}4 - 39{\cdot}2 = 11{\cdot}2$ deutsche Grade.

Um gypshaltiges Wasser durch Soda weich zu machen, hat man, da die bleibende Härte bei sehr harten Wässern

Digitized by Google

fast ausschließlich durch Calciumsulfat bedingt wird, für jeden deutschen Grad (auf 100.000 Theile Wasser) 1·9 Theile reine calcinirte Soda von 100 Procent zuzusetzen. Ist die Soda geringwerthiger, so läßt sich die zuzusetzende Menge in bekannter Weise leicht berechnen.

Bestimmung der Schwefelsäure. Eine größere Menge des zu prüfenden Wassers (bei hartem 500 Cbcm., bei weichem 1000 Cbcm.) werden nach Zusatz einiger Tropfen Salzsäure auf dem Wasserbade in einer großen Porzellanschale auf beiläufig 100 Cbcm. eingeengt und hierauf verlustlos mit destillirtem Wasser in ein Becherglas gespült. Nachdem man zum Sieden erhitzt hat, wird die Schwefelsäure in bekannter Weise (siehe Seite 272) mit Chlorbaryumlösung gefällt und bestimmt.

Will man das Entgypsen mittelst Chlorbaryum vornehmen, so sind auf je einen Theil Schwefelsäure in 100.000 Theilen Wasser 2·6 Theile reines, wasserfreies Baryumchlorid ($Ba\,Cl_2$) zuzusetzen.

Qualitativer Nachweis der Salpetersäure. Etwa 2 Cbcm. einer Lösung von Diphenylamin (siehe Anhang) werden in ein reines Schälchen gegeben und in dasselbe etwa $^1/_2$ Cbcm. des zu prüfenden Wassers tropfenweise, ohne umzurühren, fließen gelassen. Ist Salpetersäure vorhanden, so bilden sich sofort oder nach kurzem Stehen blaue Streifen oder Strahlen. Erscheinen diese nach 2—3 Minuten nicht, jedoch nach leichtem Umrühren, so deutet dies immerhin noch auf die Anwesenheit von Spuren Salpetersäure hin. Jedenfalls ist diese Reaction auch als »blinder Versuch«, d. h. mit salpetersäurefreiem, destillirtem Wasser nebenher zu machen, salpetersäurefreies Wasser wird durch nochmalige Destillation destillirten Wassers mit Kalilauge erhalten.

Qualitativer Nachweis der salpetrigen Säure. In 50 bis 100 Cbcm. des zu prüfenden Wassers werden einige Körnchen Jodkalium gelöst, etwa 1 Cbcm. frisch bereitete Stärkelösung und dann 1 bis 2 Cbcm. verdünnte Schwefelsäure oder Essigsäure zugesetzt. Entsteht sogleich eine

Digitized by Google

stark blaue Färbung von Jodstärke, so ist sehr viel, tritt diese Färbung erst nach einigen Minuten und sehr schwach auf, so ist nur wenig salpetrige Säure im Wasser vorhanden.

An Stelle des Jodkaliums und der Stärkelösung kann auch Jodzinkstärkelösung, deren Bereitung im Anhange angegeben ist, verwendet werden. Zum Nachweis der salpetrigen Säure mit diesem Reagenz versetzt man circa 100 Cbcm. des Wassers mit einigen Tropfen reiner, concentrirter Schwefelsäure und fügt Jodzinkstärkelösung hinzu; Blaufärbung zeigt salpetrige Säure an. Auch hier ist ein blinder Versuch mit reinem Wasser vorzunehmen.

Qualitativer Nachweis des Ammoniaks. Man füllt zwei etwa 100 Cbcm. fassende, gleich große Glascylinder einerseits mit reinem, anderseits mit dem zu prüfenden Wasser. Das letztere wurde vorher mit circa $^1/_4$ Cbcm. Natriumcarbonat und $^1/_2$ Cbcm. Natronhydratlösung versetzt und nach zwölfstündigem Stehen von dem entstandenen Niederschlage abfiltrirt. In jeden der beiden Glascylinder fügt man nun einige Cubikcentimeter des im Anhange beschriebenen Neßler'schen Reagenz (alkalischer Quecksilberjodidlösung) hinzu. Je nachdem eine schwachgelbe oder rothbraune Färbung, oder gar ein rothbrauner Niederschlag entsteht, enthält das Wasser wenig oder viel Ammoniak.

Digitized by Google

Zwölfter Abschnitt.

Untersuchung der Schmiermittel.

Als Schmiermittel finden die mannigfaltigsten Stoffe Verwendung, wie Destillationsrückstände der Petroleumraffination (Vaseline), Paraffinöl, Harzöl, Talg u. s. w. Gutes Schmieröl soll

1. die Reibung entsprechend vermindern,
2. in Berührung mit dem Sauerstoffe der Luft nicht verharzen,
3. die Metalle nicht angreifen, und
4. einen gewissen Grad von Viscosität (Zähigkeit) besitzen, so daß es weder zwischen den sich reibenden Flächen herauspreßt, noch bei schneller Bewegung herausgeschleudert wird.

Die Prüfung der Schmiermittel erfolgt in der Regel durch folgende Untersuchungen:

Bestimmung des specifischen Gewichtes. Schmieröle, welche nicht zu zähflüssig sind, werden in einem genau geaichten 50 Cbcm.-Kölbchen gewogen; aus der erhaltenen Zahl wird in bekannter Weise das specifische Gewicht berechnet. Liegen feste Fette zur Untersuchung vor, so benützt man ein weithalsiges, oben abgeschliffenes Kölbchen, dessen Oeffnung durch ein aufgeschliffenes Deckgläschen zu verschließen ist. Das Fett wird im Wasserbade erwärmt und im halbflüssigen Zustande vorsichtig in das Kölbchen gegossen, so daß schließlich eine Kuppe über der Oeffnung stehen bleibt. Nach 24 Stunden wird das überschüssige Fett mittelst des Deckgläschens abgestreift und das Kölbchen sammt Inhalt gewogen.

Digitized by Google

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ist nicht als ein vollkommen zuverlässiges Mittel zur Erkennung der Fette anzusehen, dieselbe kann jedoch als brauchbares Unterscheidungsmerkmal dienen, wenn es sich um die Feststellung der Identität gewisser Oele handelt.

Im Allgemeinen liegt bei 15—18 Grad C. das specifische Gewicht der festen Fettsäuren zwischen 0·900—0·905, das der fetten Oele zwischen 0·910—0·915, das der Mineralöle zwischen 0·85—0·92, das der Harzöle zwischen 0·96—0·99.

Nachweis freier Säuren. 5 Gramm des Schmiermittels werden mit Alkohol und Aether gemischt und unter Zusatz einiger Tropfen Phenolphtaleïnlösung mit $^1/_{10}$ Normal-Kalilauge titrirt.

Mineralsäuren schüttelt man mit Wasser aus und titrirt die wässerige Lösung. Schwefelsäure ist daran zu erkennen, daß der wässerige Auszug sich trübt, wenn Chlorbaryumlösung zugesetzt wird, bei Gegenwart von Salzsäure entsteht auf Zusatz von Silbernitratlösung eine Trübung oder ein weißer Niederschlag von Chlorsilber.

Bestimmung des Entflammungspunktes. Derselbe wird in der Weise ermittelt, daß man eine Partie des Schmiermittels in einem mittelgroßen Eisen- oder Porzellantiegel im Sandbade langsam erwärmt, wobei man durch ein in das Fett tauchendes Thermometer die Temperatur controlirt. Sobald die Temperatur um 1 oder 2 Grade gestiegen ist, fährt man mit einer kleinen Flamme etwa einen halben Centimeter über der Oberfläche des Fettes hinweg und bestimmt den Punkt, bei welchem das sich über dem Oele ansammelnde Gemisch von Dampf und Luft Feuer fängt. Der Entflammungspunkt guter Schmieröle muß zwischen 150—180 Grad C. liegen. Bei Cylinderschmierölen, welche zur Oelung durch Dampf erwärmter Maschinentheile dienen sollen, muß er jedoch zwischen 200—220 Grad C. betragen.

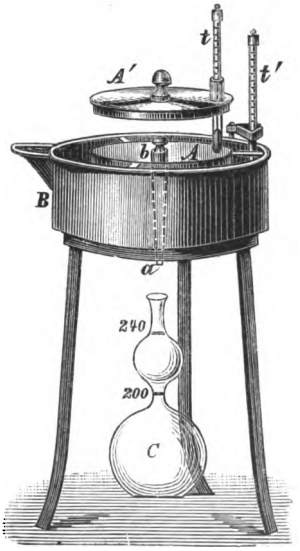
Bestimmung der Viscosität. Die Viscosität oder »Zähigkeit« ist eine unbenannte Zahl, welche angiebt, wie

Digitized by Google

vielmal mehr Zeit ein Schmiermittel (oder eine andere Flüssigkeit) braucht, um aus einer engen Oeffnung auszufließen, wie ein gleich großes Volumen Wasser.

In der Praxis findet der von Engler construirte Apparat (Fig. 90) am häufigsten Anwendung. Er besteht aus der mittelst des Deckels A' zu verschließenden Kapsel A, deren Form aus der Abbildung zu ersehen ist. Die Mitte des konisch verlaufenden Bodens mündet in ein 3 Mm. weites und 20 Mm. langes Ausflußrohr a, welches aus Messing angefertigt ist. Dasselbe kann mittelst des gut eingepaßten Ventilstiftes b verschlossen und geöffnet werden.

Fig. 90.



24 Millimeter über dem trichterförmigen Boden trägt die Kapsel vier Stifte, welche zum Abmessen des Oeles dienen, bis zu diesen Marken faßt der Innenraum des Kastens 240 Cbcm. Durch eine Oeffnung im Deckel wird ein Thermometer in das zu prüfende Fett eingesenkt.

Der ganze Apparat ist von einem oben offenen Messingmantel B umgeben, welcher mit Wasser von 20° C. gefüllt wird. Der Meßkolben C, welcher mit Marken bei 200 und 240 Cbcm. versehen ist, muß genau unter die Ausflußöffnung des Apparates gestellt werden, damit das ausfließende Oel nicht die Wandungen des Kolbens streift.

Zur Aichung des Apparates, d. h. zur Bestimmung der Zeit, welche zum Ausflusse einer genau abgemessenen Wassermenge erforderlich ist, werden 240 Cbcm. Wasser von 20° C.

Digitized by Google

in den Innenkasten gebracht, der Raum zwischen diesem und dem äußeren Mantel mit Wasser von derselben Temperatur gefüllt, und nun wird nach Oeffnung des Ventilstiftes genau die Zeit ermittelt, welche erforderlich ist, bis der untergestellte Kolben bis zur Marke 200 Cbcm. gefüllt ist. Hat man aus mehreren Versuchen beispielsweise 50 Secunden gefunden, so findet man die Viscosität eines Schmiermittels, indem man dessen Ausflußzeit in Secunden (200 Cbcm.) durch 50 dividirt. Beträgt die Ausflußzeit eines Oeles 800 Secunden, so ist dessen Viscosität $800 : 50 = 16 \cdot 0$.

Vor der Benützung muß der Apparat vollkommen trocken sein; die Bestimmung soll womöglich in einem Raume vorgenommen werden, dessen Temperatur 20° C. beträgt, oder von dieser nur wenig verschieden ist.

Engler giebt als unterste Grenze für die Brauchbarkeit eines Oeles als Schmiermittel 2·6 Viscositätsgrade an.

Zur Vergleichung des Schmierwerthes verschiedener Oele muß man ferner noch den Viscositätsgrad bei höherer Temperatur bestimmen, indem die Viscosität der einzelnen Oele beim Erwärmen in sehr verschiedener Weise abnimmt. Mittelst des Engler'schen Apparates kann dies nur in sehr unvollkommener Weise erfolgen, da die kleine Dimensionirung desselben die Erhaltung constanter Temperatur sehr erschwert.

Sehr praktisch ist zu diesem Zwecke der von F. Strohmer construirte Apparat (Fig. 91), dessen Anwendung sehr zu empfehlen ist, er gestattet die Viscosität eines und desselben Schmiermaterials bei verschiedenen Temperaturen bis zu 100° C. zu bestimmen. Die erhaltenen Zahlen können, da ja die Ausflußgeschwindigkeit auch von den Dimensionen des Gefäßes abhängig ist, natürlich nur relativ vergleichbare für die Beurtheilung ein und desselben Schmiermaterials sein.

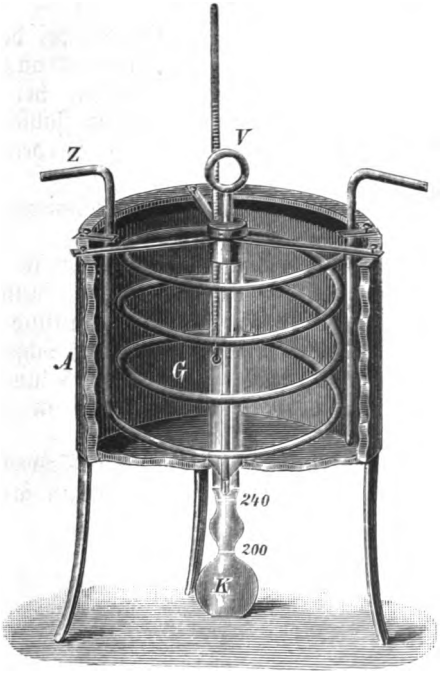
Dieses Viscosimeter besitzt folgende Einrichtung:

Der Apparat besteht aus einem großen Gefäße A von 26 Cm. Höhe und 35 Cm. Breite, aus vernickeltem Messing, welches zur Aufnahme der Flüssigkeit behufs Erhitzung des Schmiermaterials dient. Die Erhitzung selbst geschieht durch

Digitized by Google

Einlassen von Dampf durch das spiralförmig gewundene Zinnrohr Z. Zum besseren Erhalten der Wärme besitzt dieses Gefäß einen Doppelmantel, welcher mit einer Isolirmasse (Asche) gefüllt und außerdem nach außen mit

Fig. 91.



Asbest verkleidet ist. In der Mitte befindet sich das zur Aufnahme des betreffenden Schmiermaterials dienende Glasgefäß G, das eigentliche Viscosimeter, welches eine Höhe von $27^1/_2$ Cm. und eine Breite von $6^1/_4$ Cm. besitzt und durch Klammern festgehalten wird. Dasselbe ist durch einen Kautschukstöpsel verschlossen, durch welchen ein Ther-

Digitized by Google

mometer und ein Glasstab V geht, welch' letzterer zum Verschluß der capillaren Ausflußröhre dient. Unter der Ausflußröhre befindet sich der geaichte Meßkolben K. Die Füllung des inneren Glasgefäßes geschieht mittelst einer Pipette von 240 Cbcm. Inhalt. Als Träger des ganzen Apparates dient ein Dreifuß. Die Behandlung des Apparates ist wie bei dem Engler'schen. Da die Dimensionen des inneren Gefäßes ganz andere sind wie bei dem Engler'schen, so kann der Apparat nur, wie es auch seine Bestimmung ist, relativ vergleichbare Zahlen bei einem und demselben Schmiermaterial liefern, welche Zahlen, wenn sie bei verschiedenen Temperaturen erhalten werden, einen Vergleich des Schmierwerthes zulassen.

Für die Bewerthung eines Schmiermittels sind noch folgende Erscheinungen maßgebend.

Eine Probe des Schmiermittels muß in Aether oder Petroleumbenzin vollkommen löslich sein, beim Abkühlen unter 5° C. sollen keine Abscheidungen stattfinden.

Gießt man das Schmieröl in dünner Schichte auf einer Glasplatte aus, so darf es, selbst wenn es längere Zeit der Luft ausgesetzt ist, weder verharzen, noch an Zähflüssigkeit zunehmen.

Wird das Oel mit concentrirter Schwefelsäure geschüttelt, so soll sich dieselbe nicht gelbbraun färben.

Digitized by Google

Dreizehnter Abschnitt.

Untersuchung der Schlempekohle, Melassen- und Zuckerasche.

In dem vom letzten durch Krystallisation gewinnbaren Producte abgeschleuderten Syrup, der Melasse, häufen sich naturgemäß alle schwer oder nicht krystallisirbaren Stoffe, welche ursprünglich in den Rüben enthalten waren und von denen manche im Verlaufe der Fabrikation Veränderungen erleiden, in großer Menge an. Es sind dies Farbstoffe, stickstoffhaltige Substanzen, organische und anorganische Säuren u. s. w. Die Säuren sind an verschiedene Basen gebunden, unter denen Kali und Natron die Hauptbestandtheile bilden. Von anorganischen Säuren sind hauptsächlich Schwefelsäure, Phosphorsäure und Salzsäure (Chlor) zu nennen. Die Melassen enthalten noch durchschnittlich 50 Procent Zucker, welcher durch Krystallisation nicht mehr gewinnbar ist. Diese erheblichen Mengen Zuckers werden in zweierlei Weise verwerthet. Entweder die Melasse wird nach verschiedenen Verfahren weiter entzuckert (Osmose, Elution u. s. w.), dann sind die anorganischen und organischen Nichtzuckerstoffe in dem Osmosewasser, beziehungsweise den Abfalllaugen enthalten und verleihen diesen durch die Anwesenheit größerer Mengen von Stickstoff, Kali und Phosphorsäure einen nicht zu unterschätzenden Düngerwerth; oder aber die Melasse wird direct an die Spiritusfabrik abgegeben. Dann wird der Zucker nach vorhergehender Inversion vergohren und der entstehende Alkohol durch Destillation gewonnen. In den Rückständen der Destillation, der

Digitized by Google

Schlempe, verbleiben dann die genannten Stoffe. Um den werthvollen Bestandtheil derselben, das Kali, zu gewinnen, wird die Schlempe vorerst entwässert und dann in eigenen Flammöfen verkohlt; in der rückbleibenden »Schlempekohle« sind dann die genannten Stoffe, die früher mit organischen Säuren verbundenen Alkalien jedoch als Carbonate enthalten. Aus dieser gelbbraun bis schwarz gefärbten, mit Kohle und in Wasser unlöslichen Bestandtheilen vermengten Masse wird durch systematisches Auslaugen der werthvolle Bestandtheil, das Kaliumcarbonat (Potasche) gewonnen. Der werthbestimmende Bestandtheil einer Schlempekohle ist demnach das kohlensaure Kali; zur genauen Bewerthung ist jedoch die vollständige Analyse der Schlempekohle (Bestimmung des Wassergehaltes, des Unlöslichen, Sand, Kohle, kohlensaures, schwefelsaures, phosphorsaures und Chlorkali, sowie des kohlensauren Natrons) erforderlich.

Diese Bestimmungen werden am vortheilhaftesten nach folgenden von F. Groß gemachten Angaben*) ausgeführt:

1. Feuchtigkeit. Circa 5 Gramm der fein gepulverten Schlempekohle werden in einem niedrigen Platin- oder Nickelschälchen bei 120° C. bis zum constanten Gewicht getrocknet.

2. Unlösliches. 20 Gramm Schlempekohlenpulver werden mit heißem Wasser aufgenommen, die Lösung einige Zeit gekocht und dann stehen gelassen, damit die etwa vorhandenen Strontium- und Baryumsulfate sich absetzen können. Dann wird die klar gewordene Lösung durch ein bei 110° C. getrocknetes und gewogenes Filter filtrirt, das Unlösliche einigemale noch mit Wasser ausgekocht und endlich das Ganze auf das Filter gebracht, ausgewaschen, bei 110° C. bis zum constanten Gewicht getrocknet und gewogen. Das Filtrat wird in einem $^1/_2$ Literkolben aufgefangen und nach dem Erkalten zur Marke aufgefüllt. Um das Unorganische des Unlöslichen zu ermitteln, wird dasselbe verascht, geglüht und gewogen. Die Differenz zeigt das Organische, der Glührückstand das Unorganische des Unlöslichen an.

*) Zeitschrift f. Zuckerindustrie und Landwirthschaft. 1892.

Digitized by Google

3. Kaliumchlorid. In 100 Cbcm. des Filtrats wird Cl entweder gewichtsanalytisch (siehe Seite 284) oder titrimetrisch (siehe Seite 285) mit Silber bestimmt und das Cl auf K Cl umgerechnet.

4. Kaliumsulfat. 100 Cbcm. der Lösung (4 Gramm) werden mit Salzsäure übersättigt, ein Tropfen NO_3H hinzugefügt, zum Sieden gebracht und mit kochender Chlorbaryumlösung gefällt. Der Baryumsulfatniederschlag wird decantirt, mit verdünnter Salzsäure ausgekocht, auf das Filter gebracht, gründlich mit kochendem Wasser ausgewaschen, verascht und gewogen. Die erhaltene Menge $BaSO_4$ wird auf K_2SO_4 umgerechnet.

5. Kaliumphosphat. Zur Bestimmung der an Alkalien gebundenen Phosphorsäure, Kieselsäure und Thonerde werden 200 Cbcm. der Lösung (8 Gramm) mit Salzsäure übersättigt, in einer Platinschale zur Trockene eingedampft und bei 150° getrocknet; die trockene Masse wird mit kochendem heißen Wasser und etwas Salpetersäure aufgenommen, die Kieselsäure abfiltrirt, gewaschen und gewogen, im Filtrat wird Thonerde durch NH_3 ausgefällt, abfiltrirt, mit kochendem Wasser gewaschen, getrocknet und gewogen; die SiO_2 wird an Na_2O gebunden und als Natriumsilicat in der Analyse angeführt; die Thonerde gleichfalls. In dem Filtrat nach Ausscheidung der Thonerde wird die Phosphorsäure nach der Molybdänmethode (siehe vierzehnter Abschnitt) bestimmt und an Kali gebunden (siehe weiter unten).

6. Gesammtalkalien. 50 Cbcm. der ursprünglichen Lösung (2 Gramm) werden mit Salzsäure übersättigt; sodann die Schwefelsäure wie sub 4 angegeben, aber nur mit einem sehr kleinem Ueberschuß an Baryumchlorid gefällt; das überschüssige Baryum wird nach Neutralisation mit Ammoniak durch Ammoniumcarbonat abgeschieden. Der hauptsächlich aus Baryumsulfat und Baryumcarbonat bestehende Niederschlag wird abfiltrirt und mit heißem Wasser gewaschen; das Filtrat wird auf dem Wasserbade in einer Platinschale zur Trockene eingedampft, vorsichtig calcinirt, nachdem die Ammoniumsalze entwichen, wird (da sich die Kieselsäure des

Digitized by Google

Natriumsilicats noch abscheidet) nochmals mit heißem Wasser aufgenommen, filtrirt und nochmals calcinirt. Das Gewicht der calcinirten Masse giebt den Gehalt der Alkalien, als Chloride ausgedrückt, an.

7. Kaliumbestimmung. Die nach Vorigem erhaltenen Alkalichloride werden im Wasser aufgelöst und auf 250 Cbcm. aufgefüllt; 50 Cbcm. dieser Lösung (0·4 Gramm) werden in einer kleinen Porzellanschale auf circa 10 Cbcm. eingedampft, sodann ein Ueberschuß von Platinchloridlösung zugesetzt und unter fortwährendem Rühren, damit das Kaliumplatinchlorid möglichst fein sich ausscheidet, fast zur Trockene eingedampft. Nach dem Erkalten wird mit 80procentigem Alkohol versetzt und filtrirt und mit solchem Alkohol gewaschen. Der erhaltene Niederschlag wird mit dem Filter getrocknet, der getrocknete Niederschlag vom Filter mittelst einer Federfahne in ein Trockenfläschchen gebracht und bei 130 Grad C. bis zur Gewichtsconstanz getrocknet. Die kleine Menge vom Niederschlage, die auf dem Filter bleibt, wird mit heißem Wasser aufgenommen, die Lösung eingedampft und gleichfalls bei 130 Grad C. getrocknet, gewogen und zur Hauptmenge zugeschlagen. Die erhaltene Menge Kaliumplatinchlorid giebt, mit 0·3056 multiplicirt, den Gehalt an Kaliumchlorid an.

Berechnung. Von der Menge der Gesammtalkalien wird das erhaltene Gesammtkalichlorid abgezogen; von dem Reste werden die auf Natriumchlorid umgerechneten Mengen von vorher bestimmten Thonerdenatron und Natriumsilicat abgezogen, und das, was übrig bleibt, auf Natriumcarbonat umgerechnet.

Von dem Gesammtkalichlorid zieht man die Menge des früher bestimmten Kalichlorids sowie die auf KCl umgerechnete Menge Kalisulfat und Kaliumphosphat ab und den Rest berechnet man auf Kaliumcarbonat.

In den meisten Fällen ist die Menge des Thonerdenatrons sowie Natriumsilicats so gering, daß man von deren Bestimmung absehen kann.

Da in den Schlempekohlen meist nur geringe Mengen Phosphorsäure enthalten sind, läßt sich die Bestimmung

Digitized by Google

derselben wesentlich abkürzen, indem man in dem Filtrate nach Abscheidung der Thonerde die Phosphorsäure direct nach der Citratmethode (siehe XIV. Abschnitt) fällt. Von der Bestimmung der Thonerde und Kieselsäure kann meist ganz abgesehen werden, die ursprüngliche Lösung (200 Cbcm.) wird daher mit Salpetersäure schwach angesäuert, zur vollständigen Vertreibung der Kohlensäure circa eine halbe Stunde gekocht, dann wird nach der Citratmethode die darin enthaltene Phosphorsäure gefällt.

Zweckmäßiger und genauer ist es auch, das Kaliumplatinchlorid nicht als solches zu wägen, sondern nur das darin enthaltene Platin zur Wägung zu bringen. Zu diesem Zwecke bringt man nach Trocknung des Kaliumplatinchlorides dieses so vollständig als möglich vom Filter in eine aus schwer schmelzbarem Glase (Kaliglas) angefertigte Eprouvette, verkohlt das Filter, nachdem man es an einer Platinspirale befestigt hat, in der Flamme des Bunsenbrenners und bringt die Filterkohle ebenfalls verlustlos in die gleiche Eprouvette. Diese wird dann mit einem doppelt durchbohrten Korke verschlossen. In den Durchbohrungen befinden sich zwei Röhren, deren eine zu einer feinen Spitze ausgezogen ist. Durch das andere Rohr wird Wasserstoff oder Leuchtgas zugeleitet, während man das im unteren Theile der Eprouvette befindliche Kaliumplatinchlorid gelinde erwärmt; es zerfällt dabei rasch in Platin und Chlorkalium. Das entweichende Gas tritt bei dem zu einer Spitze ausgezogenen Glasrohre aus und wird zweckmäßig angezündet.

Nachdem die Reduction beendet, was sich daran zu erkennen giebt, daß die ursprünglich gelbe Masse gleichmäßig schwarz gefärbt erscheint, läßt man abkühlen und spült das fein vertheilte Platin nebst der Filterkohle verlustlos in ein Becherglas. In diesem wird es längere Zeit mit Wasser und verdünnter Salzsäure gekocht. Schließlich filtrirt man durch ein aschenfreies Filter, wäscht mit heißem Wasser bis zum Verschwinden der Chlorreaction aus und verbrennt das Filter im gewogenen Porzellantiegel. Das gefundene

Digitized by Google

Platin mal dem Factor 0·7566 ergiebt die diesem entsprechende Menge Chlorkalium.

Beispiel. Es sei nach vorstehendem Gange die Analyse einer Schlempekohle durchgeführt worden, dieselbe ergab

0·32% H_2O
4·44% Unlösliches
1·95% Kohle.

Ferner wurden ausgewogen:

0·4565	Gramm	$BaSO_4$	in	2	Gramm
0·4430	»	$AgCl$	»	2	»
0·0405	»	$Mg_2P_2O_7$	»	8	»
1·8997	»	$KCl + NaCl$	»	2	»
0·3418	»	Pt	»	0·4	»

Die Berechnung ist nun folgende:

Von der Menge der Gesammtalkalien (1·8997 Gr. in 2 Gr. der ursprünglichen Substanz) wird das gefundene Gesammtkalichlorid (Platin mal dem Factor 0·7566, auf 2 Gr. ursprünglich Substanz berechnet) abgezogen.

$0·3418 \times 0·7566 = 0·2586$ Gr. KCl in 0·4 Gr. Substanz $\times 5 = 1·2930$ Gr. Gesammtkalichlorid in 2 Gr. der ursprünglichen Substanz.

1·8997 (Gesammtalkalien)
1·2930 (Gesammtkalichlorid)
0·6067 Gr. Chlornatrium in 2 Gr. Substanz.

Dieses wird durch Multiplication mit dem Factor 0·9067 auf kohlensaures Natron umgerechnet und in Procenten angegeben.

$0·6067 \times 0·9067 = 0·5500$ Gr. $Na_2CO_3 \times 50 =$
$= 27·50$ Procent kohlensaures Natron.

Von dem Gesammtkalichlorid zieht man die Summe des, dem gefundenen Chlorsilber, Bariumsulfat und der pyrophosphorsauren Magnesia entsprechende Chlorkalium ab.

Digitized by Google

Letzteres wird unter Verwendung folgender Factoren berechnet:

$$\begin{aligned} Ag\,Cl &\times 0{\cdot}5201 = K\,Cl \\ Ba\,SO_4 &\times 0{\cdot}6393 = K\,Cl \\ Mg_2\,P_2\,O_7 &\times 0{\cdot}4962 = K\,Cl \end{aligned}$$

0·4430 (Ag Cl) $\times$ 0·5201 = 0·2324 Gr. K Cl in 2 Gr. Sub.
0·4565 ($BaSO_4$) $\times$ 0·6393 = 0·2917 » K Cl » » »
0·0405 ($Mg_2P_2O_7$) $\times$ 0·4962 = 0·0200 » K Cl » 8 » »

0·2324 in 2 Gramm
0·2917 in 2 »
0·0050 in 2 »
0·5291

1·2940 (Gesammtkalichlorid in 2 Gr.)
0·5291

0·7639 Gr. Chlorkalium; wird durch Multiplication mit dem Factor 0·9268 auf kohlensaures Kali eingerechnet:

0·7639 $\times$ 0·9268 = 0·7079 in 2 Gr. $\times$ 50 = = 35·39 Procent kohlensaures Kali.

Schließlich wird das gefundene Chlorsilber auf Chlorkalium, der schwefelsaure Baryt auf schwefelsaures Kali und die pyrophosphorsaure Magnesia auf phosphorsaures Kali umgerechnet. Hierzu dienen folgende Factoren:

$$\begin{aligned} Ag\,Cl &\times 0{\cdot}5201 = K\,Cl \\ Ba\,SO_4 &\times 0{\cdot}7471 = K_2\,SO_4 \\ Mg_2\,P_2\,O_7 &\times 0{\cdot}9565 = K_3\,PO_4 \end{aligned}$$

0·443 $\times$ 0·5201 = 0·2324 Gr. K Cl in 2 Gr. Substanz $\times$ 50 = 11·62 Procent Chlorkalium.

0·4565 $\times$ 0·7471 = 0·341 Gr. K_2SO_4 in 2 Gr. Substanz $\times$ 50 = 17·05 Procent schwefelsaures Kali.

0·0405 $\times$ 0·9565 = 0·03873 Gr. K_3PO_4 in 8 Gr. Substanz, daher $\frac{0{\cdot}03873 \times 100}{8}$ = 0·48 Procent phosphorsaures Kali.

Digitized by Google

Die Zusammenstellung dieser Resultate geschieht in folgender Weise:

Die untersuchte Schlempekohle enthält:

1·32	Proc.	Feuchte	
4·44	»	Unlösliches	
1·95	»	Kohle	
11·62	»	Kaliumchlorid	Gesammtkali K_2O, (Pt × × 0·4839) = 41·35 Procent.
17·05	»	Kaliumsulfat	
0·48	»	Kaliumphosphat	
35·39	»	Kaliumcarbonat	
27·50	»	Natriumcarbonat	
99·75			

Melassen- und Zuckeraschen werden in genau der gleichen Weise untersucht.

Digitized by Google

Vierzehnter Abschnitt.

Die Untersuchung künstlicher Düngemittel.

Die Pflanze entnimmt ihre anorganischen Bestandtheile sowie den Stickstoff ausschließlich dem Boden, auf welchem sie wächst. Mit jeder Ernte, d. h. mit der jedesmaligen Wegnahme der Pflanzen wird daher der Boden ärmer an den unerläßlichen Pflanzennährstoffen, an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali. Wohl geht parallel mit dieser Entnahme auch eine Nachschaffung der gesammten Nährstoffe, indem Wasser, Kohlensäure und Luft aufschließend auf den Boden wirken und so einen Theil dieser Nährstoffe wieder löslich machen. Denn nur in dieser Form sind sie für die Pflanze aufnehmbar. Stickstoff, welchen die Pflanze nicht im Gaszustande, sondern nur in Verbindung mit Sauerstoff oder Wasserstoff, als Salpeter- und Ammoniakstickstoff verwerthen kann, wird theilweise durch Verwesung der im Boden verbleibenden Pflanzentheile, theilweise dadurch ersetzt, daß das Regenwasser stets Stickstoff in Form löslicher Verbindungen enthält. Dieser Ersatz der Pflanzennährstoffe, welcher in der geschilderten Weise durch die Natur erfolgt, steht jedoch in keinem Verhältnisse zur Menge der Nährstoffe, welche bei jeder Ernte in den Pflanzen entfernt werden. Die Folge hievon ist, daß bei fortgesetzter Bebauung und Ernte der Boden immer ärmer an diesen Nährstoffen, und schließlich vollkommen unfruchtbar würde. Man ist dann gezwungen den Boden einige Zeit ruhen zu lassen, zu »brachen«, bis durch die natürliche Aufschließung

Digitized by Google

die Menge der Pflanzennährstoffe wieder so groß geworden ist, daß die Pflanze mit Erfolg wachsen und gedeihen kann.

Bei der heutzutage überall ausgeübten intensivsten Bodenbenützung bedeutet die Brache jedoch einen großen Ausfall an Geld. Man ist daher genöthigt, den Boden dadurch stets gleichmäßig ertragsfähig zu erhalten, daß man demselben die bei jeder Ernte entnommenen Pflanzennährstoffe künstlich wieder zuführt, dies wird durch Anwendung künstlicher Düngemittel erreicht.

Die künstlichen Düngemittel enthalten die genannten Nährstoffe, Stickstoff, Kali und Phosphorsäure, entweder einzeln (Salpeter, schwefelsaures Ammon, Kalisalze, Superphosphate, Phosphorite) oder sie bilden Gemenge derselben (Ammoniak-Superphosphate, Kali-Superphosphate). Ferner sind die Düngemittel in solche, welche die Nährstoffe in direct aufnahmsfähiger, also löslicher Form enthalten, und in solche, bei welchen dieselben erst im Boden löslich werden sollen, einzutheilen. Die Kalidünger sind ihrer Natur nach stets leicht löslich, einige der Stickstoffdünger, wie Hornmehl und Hautmehl, sowie die phosphorsäurehaltigen Düngemittel, Phosphorite und Thomasschlacke enthalten Stickstoff, bezw. Phosphorsäure in unlöslicher Form, dieselben werden erst im Laufe der Zeit durch die Verrottung, beziehungsweise Verwitterung löslich und für die Pflanze assimilirbar.

Es wurde schon erwähnt, daß die Phosphorsäure in der Natur stets in der unlöslichen Form als dreibasisch-phosphorsaurer Kalk vorhanden ist. Man zieht es daher in der Regel vor, die phosphorhaltigen Rohmaterialien, Knochenmehl, altes Spodium u. s. w. aufzuschließen, d. h. den in ihnen vorhandenen dreibasisch-phosphorsauren Kalk in lösliche Form überzuführen. Dies geschieht durch Behandlung mit Schwefelsäure, wobei das Calciumtriphosphat derart zerlegt wird, daß schwefelsaurer Kalk (Gyps) und der in Wasser leicht lösliche einbasisch-phosphorsaure Kalk, das Monocalciumphosphat, entstehen.

Dieser Proceß verläuft in zwei Phasen. Zuerst wird das Calciumtriphosphat durch Schwefelsäure in das Calcium-

Digitized by Google

biphosphat (die sogenannte citratlösliche Phosphorsäure) übergeführt:

$$\underset{\text{Calcium-triphosphat}}{Ca_3\,(PO_4)_2} + \underset{\text{Schwefelsäure}}{H_2\,SO_4} = \underset{\text{Schwefels. Kalk}}{Ca\,SO_4} + \underset{\text{Calciumbiphosphat}}{H_2\,Ca_2\,(PO_4)_2}.$$

Dieses setzt sich mit weiteren Mengen Schwefelsäure folgendermaßen um:

$$H_2\,Ca_2\,(PO_4)_2 + H_2\,SO_4 = Ca\,SO_4 + \underset{\text{Monocalcium-phosphat}}{H_4\,Ca\,(PO_4)_2}.$$

Diese letzte Verbindung, welche in Wasser leicht löslich ist, ist jene, welche den Pflanzen zu gute kommt, und deren Darstellung der Zweck der Aufschließung, der Bereitung der Superphosphate ist. Aus diesen Gleichungen geht hervor, daß die Umsetzung durch genau zu berechnende Mengen Schwefelsäure bewirkt wird. Wie die erste Gleichung zeigt, wird durch Verwendung zu geringer Mengen Schwefelsäure der angestrebte Zweck gar nicht, oder nur unvollkommen erreicht. Denn bei nicht genügender Mischung des phosphorsauren Kalkes mit der Schwefelsäure kann es geschehen, daß sich theilweise der lösliche einbasisch-phosphorsaure Kalk bildet. Die chemische Analyse ergiebt dann allerdings einen geringen Gehalt an »wasserlöslicher Phosphorsäure«. Bleibt jedoch solches Superphosphat, welches neben einbasisch-phosphorsaurem Kalk auch dreibasischen enthält, längere Zeit liegen, so geht folgender Proceß vor sich:

$$Ca_3\,(PO_4)_2 + H_4\,Ca\,(PO_4)_2 = 2\,H_2\,Ca_2\,(PO_4)_2,$$

d. h. es entsteht wieder der in Wasser unlösliche zweibasisch-phosphorsaure Kalk. In der Praxis wird dieser Vorgang, welcher nur durch fehlerhafte Bereitung des Superphosphates bedingt wird, als das »Zurückgehen der Phosphorsäure« bezeichnet. Das Zurückgehen kann jedoch auch durch die Anwesenheit größerer Mengen von Eisenoxyd und Thonerde bedingt sein, es entsteht dann Calciumbiphosphat und phosphorsaures Eisenoxyd:

Digitized by Google

$$2\ H_4\ Ca\ (PO_4)_2 + \underset{\text{Eisenoxyd}}{Fe_2\ O_3} =$$

$$= Ca_2\ H_2\ (PO_4)_2 + \underset{\text{Phosphors. Eisenoxyd}}{Fe_2\ (PO_4)_2} + 3\ H_2\ O.$$

Die Anwendung geringerer als zur vollständigen Aufschließung nöthiger Mengen Schwefelsäure ist daher von Nachtheil, ebenso fehlerhaft ist es jedoch, ins Extrem zu verfallen und zu viel Schwefelsäure anzuwenden. Dann verläuft der Proceß folgendermaßen:

$$Ca_3\ (PO_4)_2 + 3\ H_2\ SO_4 = Ca\ SO_4 + 2\ H_3\ PO_4,$$

es wird die gesammte Phosphorsäure vollkommen in Freiheit gesetzt. Da diese jedoch im hohen Grade hygroskopisch ist, bewirkt sie, daß Superphosphate, welche freie Phosphorsäure enthalten, feucht sind und in Klumpen zusammenhaften, sie sind dann mittelst der Düngerstreumaschinen nicht oder nur unvollkommen streufähig.

Herstellung von Superphosphaten. Da die Herstellung der Superphosphate derart einfacher Natur ist, daß dieselbe leicht auf größeren Oekonomien in eigener Regie vorgenommen werden kann, und da sich dadurch die beste Gelegenheit bietet, in Zuckerfabriken, welche noch mit Knochenkohle arbeiten, das alte Spodium selbst zu verwerthen, soll die Bereitung der Superphosphate in Kürze besprochen werden.

Die Menge der zur Aufschließung nöthigen Schwefelsäure ist aus der angegebenen Formel leicht zu berechnen. 310 Theile dreibasisch-phosphorsaurer Kalk benöthigen zur Ueberführung in sauren phosphorsauren Kalk ($Ca\ (H_2\ PO_4)_2$) 98 Theile Schwefelsäurehydrat. Die rohe Schwefelsäure des Handels, die Kammersäure, enthält circa 64 Procent Schwefelsäurehydrat und zeigt am Aräometer 64 Grad Bé.

Da diese Säure in Bezug auf ihren Gehalt an Schwefelsäurehydrat am billigsten ist und überdies noch vor der Verwendung zur Aufschließung mit Wasser verdünnt werden muß (damit sich der schwefelsaure Kalk als Hydrat, Gyp-,

Digitized by Google

abscheidet), empfiehlt sich ihre Anwendung zur Darstellung der Superphosphate.

Um jedoch ein richtig bereitetes Superphosphat zu erhalten, ist es nöthig, die eben zur Aufschließung des Calciumtriphosphates nöthige Menge Schwefelsäure, nicht mehr und nicht weniger, zu verwenden.

Die Berechnung der nöthigen Menge ist in sehr einfacher Weise durchzuführen, wenn der Gehalt des Phosphates an dreibasisch-phosphorsaurem Kalke, und jener der Schwefelsäure an Schwefelsäurehydrat bekannt ist.

Die zur Bestimmung der Phosphorsäure dienenden Methoden sind weiter unten angegeben. Den Gehalt der Schwefelsäure ermittelt man mittelst des Aräometers, der dessen Angaben entsprechende Gehalt an Schwefelsäurehydrat ist der im Anhange mitgetheilten Tabelle IV zu entnehmen.

Ist Spodium in Superphosphat überzuführen, so ist die zu verwendende Menge Schwefelsäure um jene zu vermehren, welche zur Neutralisation des stets in der Knochenkohle vorhandenen schwefelsauren Kalkes erforderlich ist.

Beispiel. Es wären 100 Kgr. Spodium aufzuschließen, welches

65·0% dreibasisch-phosphorsauren Kalk und
10·0% kohlensauren Kalk enthält,

die zur Verfügung stehende Schwefelsäure zeigt 52 Grad Bé.

1 Theil $Ca_3 (PO_4)_2$ benöthigt 0·632 Theile reines Schwefelsäurehydrat, 65·0 Procent oder Kilogramm, demnach $65·0 \times 0·632 = 41·08$ Kgr. Schwefelsäurehydrat.

Schwefelsäure von 52 Grad Bé. enthält laut Tabelle 65·4 Procent Schwefelsäurehydrat, 41·08 Kgr. entsprechen demnach

$$65·4 : 100 = 41·08 : x,$$
$$x = 62·8 \text{ Kgr. Schwefels. von 52 Grad Bé.}$$

1 Theil kohlensaurer Kalk benöthigt 0·98 Theile reines Schwefelsäurehydrat, mithin 10 Theile $10 \times 0·98 = 9·8$ Kgr., und von 52gradiger Säure:

$$65·4 : 1000 = 9·8 : x, \quad x = 15·0 \text{ Kgr.}$$

Digitized by Google

Die erforderliche Menge an Schwefelsäure beträgt demnach 62·8 + 15·0 = 77·8 Kgr. Schwefelsäure, welche 100 + 77·8 = 177·8 Kgr. Spodiumsuperphosphat liefern.

Die Ausführung der Aufschließung erfolgt entweder in hölzernen, zweckmäßig mit Bleiplatten ausgeschlagenen Kästen, oder in einer mit scharf gebrannten Steinen ausgemauerten Kufe von 60 Cm. Tiefe und 3 Mtr. Durchmesser, welche dann etwa 30 Mtrctr. Rohphosphat faßt. Man bringt zunächst die zur Aufschließung erforderliche Menge Schwefelsäure in die Grube und vertheilt dann das Spodium gleichmäßig über die ganze Fläche. Die Masse erwärmt sich, ein Theil des der Schwefelsäure vorher zugefügten Wassers verdampft und die Kohlensäure entweicht unter lebhafter Blasenbildung. Man rührt die Masse gut durch, sie nimmt an Consistenz zu und kann nach kurzer Zeit ausgestochen und auf Haufen geworfen werden. Wurde richtig gearbeitet, so bildet dieselbe nach dem Erkalten eine trockene Masse. Das feine Pulver wird ausgesiebt, die auf dem Siebe verbleibenden größeren Stücke werden gestampft und ebenfalls gesiebt.

Die künstlichen Düngemittel werden ausschließlich nach ihrem Gehalte an Stickstoff, beziehungsweise Phosphorsäure oder Kali bewerthet. Die Ausführung der Bestimmung der einzelnen Nährstoffe ist je nach der Art des Düngemittels, ob z. B. ein Superphosphat oder Thomasschlacke zur Untersuchung vorliegt, nur geringen Abänderungen unterworfen. Es sollen daher die besten und gebräuchlichsten Methoden der Stickstoff-, Kali- und Phosphorsäurebestimmung vorher eingehend besprochen werden.

Digitized by Google

I.

Bestimmung des Stickstoffes.

a) Ammoniakstickstoff.

Ist der Stickstoff in Form von Ammonsalzen vorhanden, so gründet sich die Bestimmung desselben, beziehungsweise des Ammoniaks auf die Thatsache, daß die Ammonsalze durch Einwirkung starker Basen (Natronlauge, Kalk oder Magnesia) in freies Ammoniak und das Salz der Säure zerlegt werden:

$$(NH_4)_2SO_4 + 2\,NaOH = 2NH_3 + Na_2SO_4 + 2\,H_2O.$$

Das Ammoniak ist mit Wasserdämpfen flüchtig, es wird mit diesem abdestillirt, und in vorgelegter, titrirter Schwefelsäure aufgefangen. Dadurch wird ein Theil der vorgelegten Schwefelsäure abgestumpft. Wird nun die verbleibende freie Schwefelsäure zurücktitrirt, so läßt sich aus der Differenz zwischen den beiden Titern der Gehalt der angewendeten Substanzmenge an Ammoniak beziehungsweise Stickstoff berechnen.

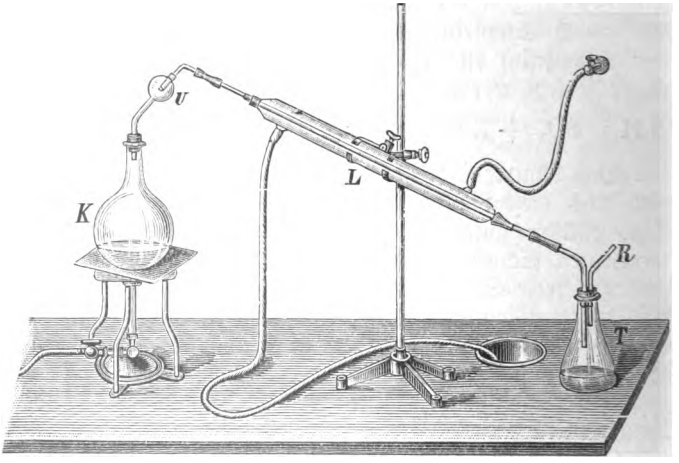
Zur Ausführung dient der in Fig. 92 abgebildete Apparat.

In den Kolben K wird die Lösung von bekanntem Gehalte des ammoniakhältigen Düngemittels mittelst einer Pipette eingefüllt und mit 5procentiger Natronlauge übersättigt. Hierauf wird der Kolben rasch mit der Kugelröhre U verschlossen, welche derart eingerichtet ist, daß ein Uebersprițen der kochenden Flüssigkeit nicht möglich ist. Die Kugelröhre steht mit dem Liebig'schen Kühler L in Verbindung, in welchem die ammoniakhältigen Dämpfe condensirt werden. Die Flüssigkeit tropft nun in das Kölbchen T, in welchem sich 25 (oder 50) Cbcm. einer titrirten circa 0·3 normalen Schwefelsäure (siehe Anhang) befinden. Man er-

Digitized by Google

hitzt langsam und vorsichtig mit kleiner Flamme, da die Natronlauge sehr zum Schäumen und Uebersteigen neigt. Die sich bei der Erwärmung ausdehnende Luft entweicht durch das Röhrchen R. Dasselbe wird jedoch zweckmäßig durch die in Fig. 93 abgebildete Vorlage ersetzt. In derselben befindet sich Wasser, welches das etwa von der Schwefelsäure in T nicht zurückgehaltene Ammoniak absor-

Fig. 92.



birt. Befinden sich in T beiläufig 250 Cbcm. Flüssigkeit, so wird die Destillation unterbrochen, das Wasser aus der Vorlage in das Kölbchen gefüllt und dessen Inhalt unter Verwendung von Lackmustinctur als Indicator mit beiläufig 0·2 normaler Barytlauge (siehe Anhang) zurücktitrirt. An Stelle der Glaskolben K lassen sich mit großem Vortheile gußeiserne Kolben von circa 500 Cbcm. Inhalt (von der Form der bekannten Erlenmayer'schen Kolben) verwenden. Die Destillation verläuft dann fast immer ruhig,

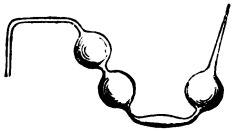
Digitized by Google

ohne Stoßen und Schäumen; die Haltbarkeit dieser Kolben ist beinahe unbegrenzt.

Beispiel. Enthalten z. B. 25 Cbcm. der bei den Stickstoffbestimmungen vorgelegten Schwefelsäure 0·5776 Gramm Schwefelsäurehydrat (gewichtsanalytisch bestimmt), so entsprechen diese $\frac{0{\cdot}5776 \times 14}{53{\cdot}91} = 0{\cdot}1500$ Gramm Stickstoff. Brauchen die 25 Cbcm. Schwefelsäure 50 Cbcm. Barytlauge zur Neutralisation, so entsprechen demnach auch 50 Cbcm. der Barytlauge 0·1500 Gramm Stickstoff, 1 Cbcm. Barytlauge daher $\frac{0{\cdot}1500}{50} = 0{\cdot}003$ Gramm Stickstoff.

Würde z. B. 2 Gramm eines Knochenmehles nach Kjeldahl aufgeschlossen, abdestillirt und zur Rücktitrirung der vorgelegten 25 Cbcm. Schwefelsäure nur 20 Cbcm. Barytlauge verbraucht, so wären weiters zur Neutralisation der schon durch Ammoniak neutralisirten Schwefelsäuremenge 50 — 20 = 30 Cbcm. Barytlösung erforderlich gewesen. Da 1 Cbcm. Barytlösung 0·003 Gramm Stickstoff entspricht, so entsprechen 30·0 Cbcm. 30·0 × 0·003 = 0·090 Gramm Stickstoff, diese sind in 2 Gramm Knochenmehl enthalten, in 100 Gramm daher 0·090 × 50 = 4·50 Procent.

Fig. 93.



b) Organischer Stickstoff.

Die beste und einfachste Methode zur Bestimmung des organischen Stickstoffes, eventuell auch neben Ammoniakstickstoff, nicht aber neben Salpeterstickstoff, ist jene nach Kjeldahl.

Die Substanz wird durch concentrirte Schwefelsäure unter Verwendung gelben Quecksilberoxydes als Oxydationsmittel verbrannt, dabei wird der Stickstoff in Ammoniak übergeführt und dieses an die im großen Ueberschusse vorhandene Schwefelsäure gebunden. Das schwefelsaure Ammon

Digitized by Google

wird durch Natronlauge zerlegt und das freie Ammon in der geschilderten Weise abdestillirt. Da ein Theil des entstehenden Ammoniaks auch in Form von Quecksilberammonium-Verbindungen vorhanden sein kann, welche durch Natronlauge nicht zerlegt werden, so setzt man vor der Neutralisation mit letzterer einige Cubikcentimeter Schwefelnatronlauge zu, welche das Quecksilber als Sulfid fällt und das Ammon in Freiheit setzt. Die Ausführung ist folgende: 0·7—2 Gramm Substanz (je nach dem Stickstoffgehalt) werden in einem kleinen Erlenmeyer'schen Kölbchen (200—250 Cbcm. Inhalt) mit 20 Cbcm. concentrirter reiner Schwefelsäure (66 Grad Bé.) versetzt und circa 0·6 Gramm Quecksilberoxyd zugefügt. Man erhitzt den Kolben zuerst vorsichtig, dann auf dem Drahtnetze so lange zum Kochen, bis die Flüssigkeit farblos geworden ist. Nach dem Abkühlen destillirt man das im Zersetzungskolben gebildete schwefelsaure Ammon unter Zusatz von Natronlauge und Schwefelnatriumlösung in eine vorgelegte titrirte Schwefelsäure (0·3 normal) über, welche dann mit einer Barytlösung (circa 0·2 normal) und Lackmus als Indicator zurücktitrirt wird.

c) Salpeterstickstoff.

Liegt nur Salpeterstickstoff, wie z. B. in Chilisalpetern, vor, so wird derselbe in der bei Beschreibung der Untersuchung des Salpeters angegebenen Weise bestimmt. Ist jedoch außer Salpeterstickstoff noch Stickstoff in anderer Form vorhanden, so muß die Jodlbauer'sche Modification der Kjeldahl'schen Methode angewendet werden. Dieselbe besteht im Folgendem: 1 Gramm Substanz wird in einem kleinen Erlenmeyer'schen Kölbchen mit 30 Cbcm. concentrirter Schwefelsäure und zugleich mit 2·5 Cbcm. Phenolschwefelsäure (50 Gramm. Phenol mit concentrirter Schwefelsäure zu 100 Cbcm. verdünnt) versetzt. Erst nach einiger Zeit bringt man in kleinen Portionen 1·5 bis

Digitized by Google

2 Gramm metallisches Zink und dann etwa 5 Gramm metallisches Quecksilber hinzu und erwärmt nun das Ganze im Anfang bei gelinder Temperatur. Im Uebrigen verfährt man genau wie bei der Kjeldahl'schen Methode.

II.

Bestimmung des Kalis.

Das Kali wird in der im XIII. Abschnitte, Seite 342, Punkt 6, und 7 angegebenen Weise bestimmt. Hauptbedingung ist, daß die Alkalien als Chloride vorhanden sind (Abwesenheit von Schwefelsäure und Phosphorsäure). Da Ammonsalze ebenfalls mit Platinchlorid eine in absolutem Alkohol unlösliche Doppelverbindung bilden, sind dieselben eventuell vorher durch schwaches Glühen zu zerstören.

III.

Bestimmung der Phosphorsäure.

Die Phosphorsäure wird nach der Molybdänmethode oder nach der weniger umständlichen Märker'schen Citratmethode bestimmt. Nach beiden Arten wird schließlich die Phosphorsäure als phosphorsaure Ammonmagnesia gefällt, durch Glühen in Magnesium-Pyrophosphat ($Mg_2\ P_2\ O_7$) übergeführt und als solches gewogen. Durch Multiplication mit dem Factor 0·64 (genauer 0·6398) erhält man Milligramme Phosphorsäureanhydrid ($P_2\ O_5$).

Digitized by Google

a) Ausführung der Molybdänmethode.

Bei Düngemitteln, welche die Phosphorsäure in löslicher Form enthalten (Superphosphate, Doppelsuperphosphate), wird der wässerige Auszug verwendet; Knochenmehle, Phosphorite u. s. w., in welchen die Phosphorsäure als unlöslicher dreibasisch-phosphorsaurer Kalk $Ca_3 (PO_4)_2$ vorhanden ist, müssen vorher aufgeschlossen werden s. w. u.

Die bei Superphosphaten 1 Gramm, bei Knochenmehlen u. s. w. 0·5 Gramm entsprechende Lösung wird in einem Becherglase mit einem Ueberschusse von Molybdänlösung (circa 200 Cbcm., siehe Anhang), versetzt und dadurch die Phosphorsäure als Ammonium-Molybdänphosphat gefällt. Dieses scheidet sich als hochgelber Niederschlag ab, die Fällung wird jedoch erst nach längerem, mindestens zwölfstündigem Stehen vollständig. Rascher erfolgt die Fällung, wenn man das Gefäß $^1/_2$ Stunde in kochendes Wasser stellt und hierauf bis auf Zimmertemperatur in kaltem Wasser abkühlt.

Nachdem der Niederschlag gut abgesessen ist, gießt man die klare Flüssigkeit durch ein Filter und bringt schließlich auch den größten Theil des Niederschlages mittelst der Spritzflasche, in welcher sich Molybdänreagenz, im Verhältnisse 1 : 3 mit Wasser verdünnt, befindet, auf dasselbe. Der an den Gefäßwänden haftende Niederschlag verbleibt im Becherglase. Der Niederschlag wird hierauf wiederholt mit verdünntem Molybdänreagenz gewaschen und schließlich in Ammoniak gelöst; die Lösung läßt man in das ursprünglich zur Fällung verwendete Becherglas fließen, wobei auch der darin befindliche Rest des Niederschlages gelöst wird. Die klare Lösung wird hierauf mit 25 Cbcm. Magnesiamixtur (siehe Anhang) gefällt, der entstehende weiße Niederschlag nach vierstündigem Stehen abfiltrirt und mit verdünntem Ammoniak (1 : 3) bis zum Verschwinden der Chlorreaction gewaschen. Man bringt schließlich den getrockneten Niederschlag sammt Filter in einen

Digitized by Google

gewogenen Platintiegel, verbrennt das Filter bei theilweise bedecktem Tiegel mit ganz kleiner Flamme, erhitzt dann stärker und bringt endlich den Tiegel, nachdem man den Niederschlag zweckmäßig mit einer reinen Lösung von Ammoniumnitrat befeuchtet hat, auf das Gebläse. Der Niederschlag darf erst gewogen werden, wenn derselbe rein weiß oder höchstens schwach grau gefärbt erscheint. Schwarze Punkte oder Flecken darf derselbe nicht aufweisen.

b) Ausführung der Citratmethode.

Die 0·5 beziehungsweise 1 Gramm Substanz entsprechende Flüssigkeitsmenge wird direct mit 25, bei Anwendungen stark saurer Lösungen, wie dieselben durch Aufschließung erhalten werden, mit 50 Cbcm. »Citratlösung« (siehe Anhang) versetzt und gleich mit 25 Cbcm. Magnesiamixtur gefällt. Die Fällung wird durch Schütteln oder Rühren wesentlich gefördert, erfolgt aber ebenso vollständig bei ein- bis zweistündigem Stehen, wenn nach dem Zusatze der Magnesiamixtur kräftig umgerührt wurde. Die weitere Behandlung des Niederschlages — derselbe kann abfiltrirt werden, sobald er sich vollständig zu Boden gesetzt hat — ist vollkommen analog der oben angegebenen.

Die Methode der Titration mit Uranlösung ergiebt derart ungenaue und unzuverlässige Resultate, daß vor deren Anwendung entschieden abzurathen ist. Aus diesem Grunde unterbleibt auch die Beschreibung derselben.

Digitized by Google

IV.

Ausführung der Untersuchungen.

A. Stickstoffhältige Düngemittel.

1. Ammoniakstickstoff. Derselbe wird in der angegebenen Weise durch Destillation bestimmt. Liegt z. B. schwefelsaures Ammon zur Untersuchung vor, so werden 20 Gramme desselben abgewogen, verlustlos in einen 500 Cbcm.-Kolben gespült und in Wasser gelöst. Schließlich wird unter Vernachlässigung des Volumens des unlöslichen Rückstandes bis zur Marke aufgefüllt, gemischt und durch ein trockenes Faltenfilter filtrirt. Je 50 Cbcm. des klaren Filtrates (= 2 Gramm Substanz) werden mit Natronlauge abdestillirt.

2. Salpeterstickstoff. Derselbe wird in Gemischen mit Ammoniakstickstoff oder organischen Stickstoffen nach der Methode Jodlbauer bestimmt.

Chilisalpter (der Hauptsache nach salpetersaures Natron) wird nach folgender Methode bewerthet:

10 Gramm Salpeter werden mit Wasser zu 1 Liter gelöst: In 100 Cbcm. der klaren Lösung bestimmt man durch Titriren mit Silbernitratlösung (siehe Seite 285) den ursprünglichen Chlorgehalt des Salpeters. 50 Cbcm. der Lösung dampft man in einer kleinen Porzellanschale dreimal mit verdünnter reiner Salzsäure zur Trockene ein. Dabei wird alles Natron, welches ursprünglich als Nitrat vorhanden war, an Chlor gebunden. Nachdem der Rückstand durch ca. eine Stunde auf 120° erhitzt wurde, um alle freie Salzsäure zu verjagen, wird er in wenig Wasser gelöst und abermals mit der Silbernitratlösung titrirt. Nach Abzug des in der ursprünglichen Lösung vorhandenen Chlors erfährt man auf diese Weise die dem vorhandenen Stick-

Digitized by Google

stoff äquivalente Menge Chlor, welche auf Stickstoff und salpetersaures Natron umgerechnet wird.

Salpetersuperphosphat. 200 Cbcm. der für die Bestimmung der wasserlöslichen Phosphorsäure bereiteten Salpetersuperphosphatlösung kocht man in einer Porzellanschale mit reinem aufgeschlämmten Zinkoxyd in Ueberschuß aus und nach dem Abkühlen bringt man das Ganze in einen Kolben auf 500 Cbcm. In der filtrirten Lösung wird nun der Salpetersäuregehalt, wie bei Chilisalpeter angegeben wurde, bestimmt. Diese Methode ist im Allgemeinen für die Salpetersäurebestimmung in Düngemitteln brauchbar. Stets nimmt man dazu die wässerige Lösung der letzteren.

Bei Gegenwart von Carbonaten oder Phosphaten sowie in dem Falle, daß die wässerige Lösung nicht neutral sein sollte, säuert man dieselbe zuerst mit verdünnter Schwefelsäure bis zur schwach sauren Reaction an und kocht sie dann, wie oben angegeben wurde, mit aufgeschlämmtem Zinkoxyd. Bei Gegenwart von Ammonsalzen kocht man die wässerige Lösung zuerst mit reinem, aufgeschlämmtem Aetzkalk, bis das Ammoniak vollständig entfernt ist.

Reductionsmethode. Dieselbe beruht auf der Ueberführung der Salpetersäure (in Salzen) durch nascirenden Wasserstoff in alkalischer Lösung in Ammoniak. Dieses wird durch Destillation bestimmt. 10 Gramm des Salpeters oder des salpeterhaltigen Düngemittels werden zu 1000 Cbcm. gelöst und vom Filtrate 50 oder 100 Cbcm. mit 100 Cbcm. Wasser in einen circa 500 Cbcm. fassenden Kolben gebracht. Man fügt 18—20 Gramm salpetersäurefreies Kalihydrat (eine Stange), 75 Cbcm. Alkohol und 8—10 Gramm Zink- und Eisenstaub zu und verbindet den Kolben in bekannter Weise mit der die titrirte Schwefelsäure enthaltenden Vorlage. Nach 4stündigem Stehen wird das Ammoniak mit kleiner Flamme abdestillirt.

3. Gesammtstickstoff. a) Bei solchen Düngern, welche blos Ammoniak und organischen Stickstoff enthalten, wird derselbe nur nach Kjeldahl bestimmt, dagegen

Digitized by Google

b) in Düngern, welche auch Salpeterstickstoff enthalten, wie z. B. Guano, Düngermischungen, Abfälle und Erde, wird der Gesammtstickstoff nach der Jodlbauer'schen Modification der Kjehldahl'schen Methode, welche bei einem niedrigen Salpetersäuregehalt sehr genaue Resultate giebt, ermittelt.

B. Kalidünger.

1. Chlorkalium, hochgradiges, und von Sulfaten freie minderwerthige Sorten desselben. 5 Gramm der Probe sind mit Wasser zu 500 Cbcm. Lösung zu bringen, von welch' letzterer 50 Cbcm. = 0·5 Substanz, direct mit Platinchlorid versetzt, eingedampft und in bekannter Weise weiter behandelt werden (siehe Seite 342).

2. Schwefelsaures Kali, gereinigtes und rohes, Carnallit, Kainit, roher und präparirter, schwefelsaure Kalimagnesia und dergleichen Doppelsalze und Salzgemenge. 10 Gr. Substanz werden mit ca. 250 Cbcm. Wasser zum Kochen gebracht, die Lösung vom Rückstand abfiltrirt und letzterer mit Wasser neuerdings aufgekocht und am Filter ausgewaschen. Das Filtrat bringt man auf 500 Cbcm. Davon werden 250 Cbcm. genommen, mit 1 Cbcm. Salzsäure versetzt, zum Kochen erhitzt und nun vorsichtig unter Vermeidung eines Ueberschusses so viel einer Chlorbaryumlösung, welche sich in einem graduirten Cylinder befindet, zugefügt, daß eben alle Schwefelsäure ausgefällt erscheint. Die zur Fällung dienende Baryumchloridlösung enthält 235·5 Gramm krystallisirtes Chlorbaryum per 1000 Cbcm. wässerige Lösung, und es schlagen mithin 20 Cbcm. derselben 1·54 Gramm Schwefelsäure unter Bildung von 4·5 Gramm $BaSO_4$ nieder, dessen Volumen genau 1 Cbcm. beträgt. Man läßt die mit Chlorbaryum versetzte Flüssigkeit abkühlen, gießt selbe in einen Halbliterkolben, füllt bis zur Marke auf und fügt nun noch aus einer graduirten Pipette für je 20 Cbcm. der zur SO_3-Fällung

Digitized by Google

benützten Chlorbaryumlösung 1 Cbcm. Wasser zu, welcher Zusatz, wie man erkennt, den Zweck hat, die Lösung, welche Baryumsulfat suspendirt enthält, und deren Volumen offenbar nicht 500 Cbcm., sondern um das des Niederschlages weniger beträgt, auf genau 500 Cbcm. zu ergänzen. Nach dem Durchschütteln und halbstündigem Stehenlassen filtrirt man durch ein trockenes Filter und benützt jetzt 50 Cbcm. vom Filtrat zum Eindampfen mit Platinchlorid (siehe Seite 342).

3. Kalihältige Superphosphate. 20 Gramm der Probe erhitzt man mit beiläufig 200 Cbcm. Wasser zum Sieden, gießt nach dem Absitzenlassen in einen Literkolben, kocht den Rückstand nochmals aus, spült dann Flüssigkeit und Rückstand in den Literkolben, kühlt ab, füllt bis zur Marke mit Wasser auf, schüttelt und filtrirt durch ein ungenäßtes Filter. Vom Filtrate benützt man 200 Cbcm., aus welchen man kochend durch Zugabe von Chlorbaryumlösung, Kalkmilch und etwas Eisenchlorid die vorhandene Schwefelsäure, Phosphorsäure und Magnesia fällt. Man läßt erkalten, bringt das Ganze in einen 500 Cbcm.-Kolben, bis zu dessen Marke die Flüssigkeit ergänzt wird. Nach dem Durchschütteln wird auf ein trockenes Filter aufgegossen und vom klaren Filtrate bei kalireicheren Düngern 100 Cbcm., bei ärmeren Proben 200 Cbcm. weggenommen, aus welchen man nach Zusatz von Ammoniak und Ammoniumcarbonat den Kalk und Baryt ausfällt. Filtrat und Waschwasser hievon werden in einer Platinschale zur Trockene eingedampft, durch Glühen die Ammoniumsalze verjagt, der Rückstand mit wenig Wasser aufgenommen, die Flüssigkeit, wenn nicht klar, filtrirt und die so gewonnene, die vorhandenen Alkalien enthaltende Lösung nach Zusatz von Platinchloridlösung eingedampft.

4. Holzasche. 20 Gramm der fein gepulverten Asche werden mit etwa 250 Cbcm. Wasser erwärmt und hierzu portionsweise Salzsäure so lange zugesetzt, bis ein weiterer Zusatz kein Aufbrausen mehr hervorruft und die Flüssigkeit eine entschieden saure Reaction angenommen hat. Zu der

Digitized by Google

im Sieden erhaltenen Flüssigkeit setzt man Chlorbaryum bis zur völligen Ausfällung der vorhandenen Schwefelsäure, gießt die gesammte trübe Flüssigkeit in einen Literkolben, läßt erkalten und füllt mit Wasser bis zur Marke auf. Vom Filtrate (trockenes Filter) nimmt man 250 Cbcm., versetzt dieselben heiß mit Ammoniak und kohlensaurem Ammon, läßt einige Stunden stehen, bringt auf 500 Cbcm. mit Wasser, filtrirt (trockenes Filter) und nimmt von diesem Filtrate jetzt 100 Cbcm. oder 200 Cbcm. weg. Diese verdampft man zur Trockene, glüht den Rückstand, nimmt mit Wasser auf, filtrirt und dampft die so gewonnene Lösung mit Platinchlorid zur endlichen Bestimmung des Kali ein.

C. Phosphorsäurehältige Düngemittel.

1. Bestimmung der löslichen Phosphorsäure in Superphosphaten und Doppelsuperphosphaten. 20 Gramm der Substanz werden in einer Glasreibschale mit Wasser angerieben und in einen Literkolben gespült, welcher mit Wasser bis zu $^2/_3$ gefüllt wird. Derselbe bleibt unter häufigem Umschütteln zwei Stunden stehen. Nach Ablauf dieser Zeit wird bis zur Marke aufgefüllt, geschüttelt, filtrirt, und in 50 Cbcm. des Filtrates (= 1 Gramm Substanz) nach der Molybdän- oder Citratmethode die Phosphorsäure bestimmt.

2. Bestimmung der Phosphorsäure in Spodium, Knochenmehl, Hornmehl 2c. und Phosphorit. 5 Gramm Substanz in feinster Vertheilung werden mit 20 Cbcm. rauchender Salpetersäure und 50 Cbcm. concentrirter Schwefelsäure eine halbe Stunde gekocht, die Lösung wird mit Wasser auf 500 Cbcm. gebracht, auf 17·5 Grad C. abgekühlt, durch dichtes Papier filtrirt und zur Analyse verwendet. 50 Cbcm. = 0·5 Gramm Substanz dieser absolut klaren Lösung versetzt man mit 100 Cbcm. Citratlösung, kühlt, fügt 25 Cbcm. Magnesiamixtur zu und filtrirt nach

Digitized by Google

halbstündigem Ausschütteln (siehe Seite 359) entweder sofort oder nach beliebiger Zeit, oder bestimmt, was besonders bei Spodien zu empfehlen ist, die Phosphorsäure nach der Molybdänmethode.

3. Thomasschlacke. Man befeuchtet 10 Gramm in einer Porzellanschale mit wenig Wasser, giebt circa 5 Cbcm. einer 1 : 1 verdünnten Schwefelsäure, und nach dem Erhärten der Masse, welches sehr schnell erfolgt, 50 Cbcm. concentrirter Schwefelsäure hinzu. Ein halbstündiges Erhitzen des Gemisches auf dem Sandbade genügt zur vollständigen Aufschließung. Zweckmäßig rührt man die breiige Masse während des Erhitzens einigemale durch, verdünnt nach noch nicht vollständigem Erkalten mit 70—75 Cbcm. Wasser, spült in einem Halbliterkolben, kühlt, füllt auf und filtrirt durch dickes Filtrirpapier. Stehen die sauren, unfiltrirten Lösungen, sowohl die der Spodien 2c. wie diejenigen von Thomasschlacken einige Stunden, so geben sie, weil inzwischen der ausgeschiedene Gyps krystallinisch geworden, selbst bei Verwendung eines weniger guten Filtrirpapiers leicht absolut klare Filtrate. Zu 50 Cbcm. = 1 Gramm Substanz fügt man 100 Cbcm. Citratlösung, kühlt und schüttelt nach Zusatz von 25 Cbcm. Magnesiamixtur eine halbe Stunde aus, oder man verfährt nach der Molybdänmethode.

4. Bestimmung der »citratlöslichen« Phosphorsäure. Unter der »citratlöslichen« Phosphorsäure versteht man die in Form des Calciumbiphosphates ($CaHPO_4$) vorhandene, welche sich beim »Zurückgehen«, d. h. durch Unlöslichwerden eines Theiles der Phosphorsäure bildet. Nach den Hallenser Vereinbarungen wird dieselbe folgendermaßen bestimmt:

5 Gramm des Superphosphates werden zerdrückt und mit 100 Cbcm. Petermann'scher Citratlösung (siehe Anhang) in einem 250 Cbcm.-Kolben gespült, eine Stunde bei 40 Grad C. digerirt, zur Marke aufgefüllt und in 50 oder 100 Cbcm. des klaren Filtrates nach der Citratmethode die Phosphorsäure bestimmt.

Digitized by Google

5. Bestimmung der an Eisenoxyd und Thonerde gebundenen Phosphorsäure. Nach E. Glaser wird dieselbe in der Weise nachgewiesen, daß 100 Cbcm. des nach der angegebenen Weise der Aufschließung erhaltenen Filtrates (= 1 Gr. Substanz) in einem 250 Cbcm. fassenden Kolben gebracht und darin mit 25 Cbcm. Schwefelsäure von 1·84 specifischen Gewichtes versetzt werden. Nachdem der Kolben unter mehrmaligem Umschütteln circa 5 Minuten gestanden, fügt man 100 Cbcm. 95procentigen Alkohol zu, füllt nach dem Abkühlen mit Alkohol bis zur Marke auf und mischt den Kolbeninhalt durch kräftiges Schütteln. Da hierbei Contraction stattfindet, wird abermals zur Marke aufgefüllt und neuerdings geschüttelt. Nach halbstündigem Stehen wird filtrirt. 100 Cbcm. des Filtrates (= 0·4 Gr. Substanz) werden in ein Becherglas gespült, mit 50 Cbcm. Wasser versetzt und zum Kochen erhitzt. Man neutralisirt mit Ammoniak, verjagt dessen Ueberschuß durch neuerliches Erwärmen und filtrirt das nun ausgeschiedene phosphorsaure Eisenoxyd + phosphorsaure Thonerde ab, glüht und wägt es. Die Hälfte der ausgewogenen Menge wird als Eisenoxyd und Thonerde angenommen.

Digitized by Google

Anhang.

Digitized by Google

Digitized by Google

A.

Allgemeines über maßanalytische Operationen und Bereitung der titrirten Lösungen.

Die Maßanalyse (volumetrische Methode, Titrirmethode) bezweckt die quantitative Bestimmung der Körper durch chemische Umsetzung ihrer Lösung mit der Lösung geeigneter Reagentien von bekanntem Wirkungswerthe (Titer) unter Messung des zum Vollzuge der Reaction erforderlichen Volumens der letzteren. Da man weiß, wie viele Gewichtseinheiten des zu bestimmenden Körpers einer Maßeinheit der angewendeten Reagenzlösung entsprechen, muß sich aus den Volumen der letzteren die Gewichtsmenge des ersteren ergeben.

Der Gehalt der zur Maßanalyse dienenden Lösungen wird als »Titer« bezeichnet, man verwendet gewöhnlich Lösungen, welche das in Grammen ausgedrückte, auf 1 Atom Wasserstoff bezogene Aequivalentgewicht des gelösten Körpers, oder dessen Zehntel oder Hundertstel enthalten. Man bezeichnet dieselben als normal, zehntel oder hundertstel normal.

Zur Maßanalyse können nur Umsetzungen verwendet werden, welche durch eine Endreaction scharf begrenzt sind.

Die Berechnung erfolgt, indem man von der angewendeten Lösung auf die nach Aequivalenten gleichconcentrirte Lösung des zu bestimmenden Stoffes übergeht. Hat man zur Neutralisation eine beliebige Base, oder eines Carbonates, z. B. 16·78 Cbcm. Normalsalzsäure verbraucht, so ist von der Base so viel vorhanden, als in 16·78 Cbcm.

Digitized by Google

ihrer Normallösung vorhanden sein muß, also 16·78 × das in Milligrammen ausgedrückte Aequivalentgewicht der Base, also 16·78 × (23·00 + 12·96 + 1), wenn es sich um Natriumhydroxyd handelt.

Der Neutralisationspunkt zwischen Basis und Säure ist an sich meist nicht zu erkennen, man verwendet deshalb Indicatoren, d. h. Körper solcher Natur, welche mit Säuren oder Basen gefärbte, oder mit beiden verschieden gefärbte Lösungen erzeugen. Der Neutralisationspunkt wird dann durch das Auftreten, Verschwinden oder Wechseln der Färbung gekennzeichnet.

Für den Bedarf im Zuckerfabrikslaboratorium empfiehlt sich vornehmlich der Gebrauch folgender drei Indicatoren:

1. Methylorange (wässerige Lösung 1 : 1000), roth durch starke Mineralsäuren, nicht aber durch schwache Säuren (schwefelige Säure, Essigsäure, Oxalsäure), gelb sowohl durch freies als auch kohlensaures Alkali, ebenso durch Ammon. Als Uebergangspunkt dient die zwiebelrothe Färbung der Lösung.

2. Phenolphtalein (alkoholische Lösung 1 : 30), dunkelroth durch Alkalien, farblos durch Säuren. Freie, oder halbgebundene Kohlensäure beeinträchtigt die Reaction.

3. Lackmustinctur (wässerige Lösung), roth durch Säuren, blau durch Alkalien.

Da die Indicatoren selbst Säure beziehungsweise Base verbrauchen, muß man sie nur in ganz geringer Menge (1—2 Tropfen) verwenden. Der Umschlag der Farbe tritt dann um so schärfer hervor.

Aetzbarytlösung zur Stickstoffbestimmung.

Circa 35 Gramm Barythydrat und 5 Gramm Chlorbaryum werden längere Zeit mit einem Liter Wasser digerirt und rasch filtrirt. Die Aufbewahrung der Lösung erfolgt am zweckmäßigsten in der auf Seite 175 angegebenen Bürettenflasche. Der Titer der Barytlösung wird gegen Schwefel-

Digitized by Google

säure von bekanntem Gehalte unter Verwendung von Lackmustinctur als Indicator gestellt und für Stickstoff berechnet.

Normal-Natronlauge.

Dieselbe soll 39·96 Gramm Natronhydrat (Na OH) im Liter enthalten. Man löst zweckmäßig etwas mehr, circa 55 Gramme zu circa 1250 Cbcm., und fällt die Kohlensäure, welche stets auch in chemisch reinem Natronhydrat enthalten ist, durch Barythydratlösung, und den Ueberschuß derselben mit der eben ausreichenden Menge einer Lösung von schwefelsaurem Natron. Je 10 oder 20 Cbcm. der so erhaltenen kohlensäurefreien Lösung werden mit Normal-Salzsäure oder Schwefelsäure titrirt. Verbrauchen 10 Cbcm. z. B. 12·0 Cbcm. Normal-Schwefelsäure, so sind 10 Cbcm. der Lauge auf 12 Cbcm., 1000 Cbcm. der Lauge auf 1200 Cbcm. zu verdünnen, um Normal-Natronlauge zu erhalten. Zur Aufbewahrung dient die auf Seite 175 beschriebene Büretten-flasche.

Normal-Salpetersäure.

Dieselbe soll 62·89 Gramm HNO_3 im Liter enthalten. Man verdünnt beiläufig 250 Cbcm. reiner, concentrirter Salpetersäure vom specifischen Gewichte 1·2 auf 1250 Cbcm. und titrirt je 10 oder 20 Cbcm. mit einer genau normalen Lauge unter Verwendung von Phenolphtalein oder Lackmus als Indicator. Die Verdünnung, um normale Säure zu erhalten, erfolgt nach der bei Natronlauge angegebenen Berechnung.

Normal-Salzsäure.

Dieselbe soll 36·37 Gramm Salzsäuregas (H Cl) im Liter enthalten. Man verdünnt beiläufig 250 Cbcm. reine, concentrirte Salzsäure auf 1250 Cbcm. und stellt den Titer entweder gewichtsanalytisch, indem man 100 Cbcm. auf 1000 Cbcm. verdünnt und 10 Cbcm. davon mit Silber-

Digitized by Google

lösung fällt (siehe Seite 284), oder gegen eine genau normale Lauge. Eine dritte, sehr bequeme Art der Titerstellung, welche bei allen Säuren Anwendung finden kann, beruht in Folgendem. Man verwandelt doppeltkohlensaures Natron (Natriumbicarbonat, $NaHCO_3$) durch gelindes Glühen im Platintiegel in kohlensaures Natron und wägt sich von diesem mehrere Portionen von circa je 1 Gramm ab. Diese bringt man in Porzellanschalen mit wenig Wasser in Lösung, und titrirt sie unter Verwendung von Methylorange als Indicator mit der zu stellenden Salzsäure. Die Berechnung der zur Verdünnung auf Normalsäure zuzufügenden Wassermenge erfolgt in der Weise, daß man das Gewicht des zu jeder Titration abgewogenen Carbonates durch dessen Aequivalent 52·92 dividiert. Der Quotient ergiebt die Zahl der erforderlichen Cubikcentimeter Normalsalzsäure, auf welche man die Cubikcentimeter der verbrauchten, stärkeren Säure verdünnen muß.

Titrirte Schwefelsäure zur Stickstoffbestimmung.

50 Gramm reine, concentrirte Schwefelsäure werden in dünnem Strahle zu 2500 Cbcm. Wasser gegossen und gut vermischt. In je 25 Cbcm. dieser Säure wird die Schwefelsäure gewichtsanalytisch nach Seite 272 bestimmt. Durch Multiplication des ausgewogenen Baryumsulfates mit 0·3432 berechnet man die diesem entsprechende Menge Schwefelsäure. Diese, mit 0·2596 multiplicirt, ergiebt die der vorhandenen Schwefelsäure entsprechende Menge Stickstoff. (Siehe auch Seite 355.)

Seifenlösung zur Härtebestimmung nach Boutron und Boudet.

150 Theile Bleipflaster werden auf dem Wasserbade erweicht und mit 40 Theilen reinem Kaliumcarbonat verrieben, bis eine völlig gleichförmige Masse entstanden ist. Man extrahirt dieselbe mit starkem Alkohol, filtrirt die

Digitized by Google

Flüssigkeit, wenn dieselbe nicht vollständig klar ist, destillirt von dem Filtrate den Alkohol ab und trocknet die zurückbleibende Seife auf dem Wasserbade.

Baryumnitratlösung zur Einstellung der Seifenlösung.

0·574 Gramm reines wasserfreies Bariumnitrat werden im destillirten Wasser gelöst und auf ein 1 Liter gebracht. 100 Cbcm. dieser Lösung enthalten die 22 Mgr. Calciumcarbonat, 40 Cbcm. die 8·8 Mgr. Calciumcarbonat entsprechende Menge Baryum; die Lösung besitzt somit eine Härte von 22 französischen Graden.

Titerstellung der Seifenlösung.

10 Theile der beschriebenen Kaliseife werden in 260 Theilen Alkohol von 56 Grad Tralles gelöst. Die Lösung wird heiß filtrirt und nach dem Erkalten damit die Bürette gefüllt, 40 Cbcm. der Baryumlösung werden in das Stöpselglas gebracht und soviel von der Seifenlösung zugefügt, bis der entstehende Schaum fünf Minuten wesentlich unverändert bleibt. Werden hierzu weniger als 22 Grade gebraucht, so ist die Seifenlösung mit Alkohol von 56 Grad Tralles zu verdünnen, bis genau 22 Grad der Seifenlösung 40 Cbcm. der Baryumlösung entsprechen.

Setzt die Lösung während des Stehens Flocken ab, so lösen sich diese wieder leicht, wenn man die verschlossene Flasche in warmes Wasser stellt; der Titer der Lösung erleidet dadurch keine Veränderung.

Silberlösung zur Chlortitration.

Zehntel Silberlösung enthält 16·955 Gramm salpetersaures Silberoxyd ($AgNO_3$) in Liter. Die Titerstellung erfolgt gegen Chlornatrium, welches man durch schwaches Glühen entwässert hat. Von diesem werden 5·837 Gramm in Wasser zu 1000 Cbcm. gelöst, man titrirt je 10 Cbcm.

Digitized by Google

unter Verwendung von Kaliumchromat ($K_2 Ca O_4$) als Indicator (siehe auch Seite 285). Silberlösungen müssen vor Licht geschützt aufbewahrt werden.

Zehntel und hundertstel normale Lösungen

werden durch Verdünnung von 100, beziehungsweise 10 Cbcm. Normallösung auf 1000 Cbcm. erhalten.

B.

Darstellung der Reagentien.

Ammoniumnitrat $N H_4 NO_3$.

Besteht aus weißen, leicht in Wasser löslichen Krystallen; dieselben müssen bei höherer Temperatur ohne Rückstand flüchtig sein. Man stellt eine gesättigte Lösung her. Dieselbe darf Phosphorsäure und Schwefelsäure nicht enthalten.

Ammoniumoxalat $(NH_4)_2 (COO)_2 + H_2 O$.

Das Salz muß vollständig flüchtig sein, man stellt die Lösung in der Concentration 1:25 her. Dieselbe darf keine Schwefelsäure enthalten.

Barytwasser $Ba (OH)_2$.

Man stellt eine gesättigte Lösung durch Uebergießen eines Ueberschusses der Krystalle mit kochendem Wasser her. Die Lösung ist vor Kohlensäure geschützt aufzubewahren. Chlor muß abwesend sein.

Bleiessig $2 Pb (C_2 H_3 O_2)_2 + Pb (OH)_2$.

600 Gramm Bleizucker (Bleiacetat) und 200 Gramm Bleiglätte werden mit 600 Cbcm. Wasser übergossen und

Digitized by Google

24 Stunden unter öfteren Umrühren an einem warmen Orte stehen gelassen. Die klar abgesessene Flüssigkeit wird mittelst eines Hebers vom ungelösten Rückstande getrennt.

Bleipapier.

Streifen von Filtrirpapier werden mit einer Lösung von Bleiessig in Wasser (1 : 10) getränkt.

Bromwasser.

In einem Stöpselglase werden einige Cubikcentimeter Brom mit destillirtem Wasser geschüttelt.

Citratlösung (nach Märker).

150 Gramm Citronensäure werden in Wasser gelöst, mit 500 Cbcm. 24percentigem (concentrirtem) Ammoniak versetzt und auf 1·5 Liter aufgefüllt.

Citratlösung (nach Petermann).

Citronensäure wird in Ammoniak bis zur neutralen Reaction gelöst, die Flüssigkeit auf das specifische Gewicht 1·09 gebracht und per Liter mit 50 Cbcm. Ammoniak versetzt.

Chlorbaryumlösung ($Ba\,Cl_2 + 2\,H_2O$).

1 Theil reines, krystallisirtes Chlorbaryum wird in 10 Theilen Wasser gelöst.

Diphenylaminlösung.

2 Gr. Diphenylamin werden in 20 Cbcm. verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) gelöst und mit reiner, concentrirter Schwefelsäure zu 100 Cbcm. ergänzt.

Fehling'sche Lösung.

Lösung I. 34·639 Gramm Kupfersulfat werden in 500 Cbcm. Wasser gelöst und filtrirt.

Digitized by Google

Lösung II. 173 Gramm Seignettesalz werden in 400 Cbcm. Wasser gelöst und die filtrirte Lösung mit 100 Cbcm. Natronlauge (500 Gramm Natronhydrat auf 1 Liter) gemischt.

Beide Lösungen sind getrennt aufzubewahren und erst vor dem Gebrauche gleiche Volumen zu vereinen.

Jodzink-Stärkelösung.

Man verreibt 4 Gramm Stärkemehl in einer Porzellanreibschale mit wenig Wasser und fügt die dadurch entstandene milchige Flüssigkeit unter Umrühren nach und nach zu einer kochenden Lösung von 20 Gramm reinem Zinkchlorid in 100 Cbcm. destillirten Wasser. Man setzt das Kochen unter Ersatz des verdampfenden Wassers so lange fort, bis die Stärke fast vollständig gelöst, und die Flüssigkeit nahezu klar geworden ist. Dann verdünnt man mit destillirtem Wasser, setzt 2 Gramm reines Zinkjodid hinzu, füllt auf 1000 Cbcm. auf und filtrirt. Die Flüssigkeit darf sich, mit dem 50fachen Volumen Wassers verdünnt nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure nicht blau färben.

Natronlauge zur Gasanalyse.

50 Gramm Aetznatron werden in 100 Gramm Wasser gelöst.

Kupferchlorürlösung (zur Absorption des Kohlenoxydes).

Reines, eisenfreies Kupfersulfat wird in Wasser gelöst und mit so viel Stärkezucker versetzt, daß Natronlauge in der Lösung keinen Niederschlag mehr erzeugt, oder einen entstehenden Niederschlag bei Zufügung eines Ueberschusses wieder löst. Die alkalische Lösung wird erhitzt, wobei sich rothes Kupferoxydul abscheidet. Dieses wird mit heißem Wasser wiederholt gewaschen und schließlich in concentrirter, reiner Salzsäure gelöst.

Lackmustinctur.

Zerriebener Lackmus wird auf dem Wasserbade mit Wasser ausgezogen. Die abgegossene Lösung wird concentrirt

Digitized by Google

und mit verdünnter Schwefelsäure neutralisirt. Die neutrale Lösung muß durch einen Tropfen verdünnter Schwefelsäure roth, durch einen Tropfen verdünnter Natronlauge blau gefärbt werden.

Magnesiamixtur zur Phosphorsäurebestimmung.

66 Gramm krystallisirtes Magnesiumchlorid ($Mg\ Cl_2 + 6\ H_2O$) und 84 Gr. Chlorammon ($NH_4\ Cl$) werden in 1 Liter Wasser gelöst und hierauf 200 Cbcm. Ammoniak vom specifischen Gewichte 0·91 zugesetzt. Nach längerem Stehen, wobei sich gewöhnlich ein flockiger Niederschlag abscheidet, wird filtrirt. 25 Cbcm genügen zur Fällung von 0·2 Gramm Phosphorsäureanhydrid (P_2O_5).

Methylorange.

1 Gramm Methylorange wird in 100 Cbcm. Wasser gelöst.

Molybdänreagenz zur Phosphorsäurebestimmung.

100 Gramm molybdänsaures Ammon werden in 1200 Cbcm. Ammoniak vom specifischen Gewichte 0·91 und 200 Cbcm. Wasser gelöst. Diese Lösung gießt man unter Umrühren in ein Gemisch von 400 Cbcm. Salpetersäure und 600 Cbcm. Wasser. Vor der Verwendung soll die Lösung mindestens 24 Stunden stehen.

Phenolphtalein.

1 Gramm Phenolphtalein wird in 30 Gramm absolutem Alkohol gelöst.

Phenolschwefelsäure (zur Stickstoffbestimmung nach Jodlbauer).

40 Gramm krystallisirte Carbolsäure (Phenol) werden in reiner, concentrirter Schwefelsäure gelöst und mit dieser zu einem Liter verdünnt.

Digitized by Google

Platinchloridlösung.

1 Gramm Platinchlorid wird in 100 Gramm Wasser gelöst. Wird die klare Lösung zur Trockene verdampft, so muß der Rückstand vollständig in absolutem Alkohol löslich sein.

Pyrogallussäurelösung zur Sauerstoffabsorption.

27·0 Gramm Pyrogallussäure werden in 60 Cbcm. heißen Wassers gelöst und in die filtrirte Lösung 105 Cbcm. einer Kalilauge von 1·26—1·28 eingegossen.

Quecksilberkaliumjodidlösung (Neßler's Reagenz). $HgJ_2 . 2JK$.

40 Gramm Jodkalium werden in 10 Cbcm. Wasser gelöst und in die Lösung unter Erwärmung rothes Quecksilberoxyd bis zur Sättigung eingetragen. Nach dem Erkalten wird filtrirt und 75 Cbcm. Kalilauge 1 : 2 zugefügt. Hierauf wird nach 48stündigem Stehen filtrirt und die Lösung in gut schließenden Flaschen aufbewahrt.

Silbernitratlösung.

1 Theil reines Silbernitrat ($AgNO_3$) wird in 20 Theilen Wasser gelöst. Die Lösung soll neutral reagiren und durch überschüssige Salzsäure vollkommen fällbar sein.

Thonerdebrei nach Scheibler.

Aluminiumchlorid wird in der hundertfachen Wassermenge gelöst und mit Ammoniak bis zur alkalischen Reaction versetzt. Das dabei ausgeschiedene Thonerdehydrat wird durch wiederholtes Decantiren gewaschen und schließlich in gut schließenden Flaschen als in Wasser aufgeschlemmter Brei aufbewahrt.

Digitized by Google

C.

Tabellen.

Tabelle I.

Die wichtigsten Elemente und ihre Atomgewichte.

Aluminium	Al	27·04
Antimon	Sb	19·6
Arsen	As	74·9
Baryum	Ba	36·9
Blei	Pb	06·4
Bor	B	10·9
Brom	Br	79·76
Calcium	Ca	39·91
Chlor	Cl	35·37
Chrom	Cr	52·45
Eisen	Fe	55·88
Fluor	Fl	19·06
Gold	Au	196·2
Jod	J	126·54
Kalium	K	39·03
Kohlenstoff	C	11·97
Kupfer	Cu	63·18
Magnesium	Mg	23·94
Mangan	Mn	54·8
Natrium	Na	23·00
Phosphor	P	30·96
Platin	Pt	194·3
Quecksilber	Hg	199·8
Sauerstoff	O	15·96
Schwefel	S	31·98
Silber	Ag	107·66
Silicium	Si	28·00
Stickstoff	N	14·01
Strontium	Sr	87·3
Wasserstoff	H	1
Wismuth	Bi	207·3
Zink	Zn	64·88
Zinn	Sn	117·4
Zirkon	Zr	90·4

Digitized by Google

Tabelle II.

Factoren zur Umrechnung der gefundenen Substanzen in die gesuchten.

Gesucht	Gefunden	Factor
Ammoniak $2NH_3$	Schwefelsäure SO_3	0·425
» NH_3	Stickstoff N	1·214
Baryt Ba O	Baryumsulfat $BaSO_4$ . . .	0·657
Chlor Cl	Chlorsilber Ag Cl	0 247
Chlorkalium K Cl	» Ag Cl	0·520
» $2KCl$	Kaliumplatinchlorid K_2PtCl_6	0·307
» $3KCl$	Kaliumphosphat K_3PO_4 . .	1·053
» $2KCl$	Kaliumsulfat K_2SO_4	0·422
» $2KCl$	Platin Pt	0·756
Chlornatrium Na Cl	Chlorsilber Ag Cl	0·408
Kali K_2O	Chlorkalium 2 K Cl	0·632
» $2K_2O$	Kaliumplatinchlorid K_2PtCl_6	0·194
» K_2O	Kohlensäure CO_2	2·141
» K_2O	Kohlensaures Kali K_2CO_3	0·682
» K_2O	Schwefelsäure SO_3	1·178
» K_2O	Schwefelsaures Kali K_2SO_4	0·541
Kalk Ca O	Kohlensäure CO_2	1·273
» Ca O	Kohlensaurer Kalk $CaCO_3$.	0·560
» Ca O	Schwefelsaurer Kalk $CaSO_4$	0·412
Kohlensäure CO_2	Calciumcarbonat $CaCO_3$ . .	0·440
» CO_2	Kalk Ca O	0·785
Kohlens. Kali K_2CO_3	Chlorkalium 2 K Cl	0·927
» » K_2CO_3	Kohlensäure CO_2	3·142
» » K_2CO_3	Schwefelsäure SO_3	1·728
Kohlens. Kalk $CaCO_3$	Kohlensäure CO_2	2·273
» » $CaCO_3$	Kalk Ca O	1·786
» Magnesia $2MgCO_3$	Phosphors. Magnesia $Mg_2P_2O_7$	0·756
Kohlens. Natrium Na_2CO_3	Chlornatrium 2 Na Cl . . .	0·906
» » Na_2CO_3	Kohlensäure CO_2	2·409
» » Na_2CO_3	Natronhydrat 2 Na O H . .	1·324
» » Na_2CO_3	Schwefelsäure SO_3	1·325

Digitized by Google

Gesucht	Gefunden	Factor
Kohlens. Strontium $SrCO_3$	Strontiumnitrat $Sr(NO_3)_2$	0·697
» » $SrCO_3$	Strontiumsulfat $SrSO_4$	0·804
Magnesia $2MgO$	Pyrophosphorsaures Magnesium $Mg_2P_2O_7$	0·360
Natron Na_2O	Chlornatrium $2NaCl$	0·530
» Na_2O	Natriumcarbonat Na_2CO_3	0·585
» Na_2O	Natriumnitrat $2NaNO_3$	0·365
» Na_2O	Natriumsulfat Na_2SO_4	0·437
Natronsalpeter $NaNO_3$	Stickstoff N	6·059
Phosphorsäure P_2O_5	Pyrophosphorsaures Magnesia $Mg_2P_2O_7$	0·640
Phosphors. Calc. $Ca_3(PO_4)_2$	Pyrophosphorsaures Magnesia $Mg_2P_2O_7$	1·397
» » $Ca_3(PO_4)_2$	Phosphorsäure P_2O_5	2·183
Phosphors. Kali $2K_3PO_4$	Pyrophosphorsaures Magnesia $Mg_2P_2O_7$	0·956
Salpetersäure N_2O_5	Stickstoff $2N$	3·857
Salzsäure $2HCl$	Kohlensäure CO_2	0·830
» $2HCl$	Schwefelsäure SO_3	0·912
» HCl	Chlorsilber $AgCl$	0·254
Schwefel S	Bariumsulfat $BaSO_4$	0·137
Schwefelcalcium	» $BaSO_4$	0·309
Schwefelige Säure SO_2	» $BaSO_4$	0·274
Schwefelsäure SO_3	» $BaSO_4$	0·343
Schwefels. Ammon $(NH_4)_2SO_4$	Stickstoff $2N$	4·705
Schwefels. Kali K_2SO_4	Schwefels. Baryt $BaSO_4$	0·747
Schwefels. Kalk $CaSO_4$	Kohlens. Kalk $CaCO_3$	1·320
» » $CaSO_4$	Kalk CaO	2·429
» » $CaSO_4$	Schwefelsäure SO_3	1·700
» » $CaSO_4$	Schwefels. Baryt $BaSO_4$	0·583
» Natron Na_2SO_4	» » $BaSO_4$	0·609
Stickstoff N	Ammoniak NH_3	0·823
Strontium SrO	Strontiumsulfat $SrSO_4$	0·564
Strontiumcarbonat $SrCO_3$	Strontiumnitrat $Sr(NO_3)_2$	0·697

Digitized by Google

Tabelle III.

Gehalt der Schwefelsäure an H_2SO_4 und SO_3 bei verschiedener Dichte.

Schwefelsäurehydrat Procente	Specifisches Gewicht	Grade Baumé	Wasserfreie Schwefelsäure Procente	Schwefelsäurehydrat Procente	Specifisches Gewicht	Grade Baumé	Wasserfreie Schwefelsäure Procente	Schwefelsäurehydrat Procente	Specifisches Gewicht	Grade Baumé	Wasserfreie Schwefelsäure Procente
100	1·8485		81·54	76	1·6630		61·97	52	1·4073		42·40
99	1·8475		80·72	75	1·6520	57	61·15	51	1·3977	41	41·58
98	1·8460	66	79·90	74	1·6415	56	60·34	50	1·3884	40	40·77
97	1·8439		79·09	73	1·6321		59·52	49	1·3788	39	39 95
96	1·8410		78·28	72	1·6204		58 71	48	1·3697		39·14
95	1·8376		77·46	71	1·6090	55	57·89	47	1·3612	38	38·32
94	1·8336		76·65	70	1·5975	54	57·08	46	1·3530		37·51
93	1·8290		75·83	69	1·5868		56·26	45	1·3440	37	36·69
93	1·8233	65	75·02	68	1·5760	53	55·45	44	1·3345	36	35·83
91	1·8179		74·02	67	1·5648	52	54·63	43	1·3255	35	35·06
90	1·8115		73·39	66	1·5503	51	53·82	42	1·3165		34·25
89	1·8048	64	72·57	65	1·5390		53·00	41	1·3080	34	33·43
88	1·7962		71·75	64	1·5280	50	52·18	40	1·2999	33	32·61
87	1·7870		70·94	63	1·5170	49	51·37	39	1·2913		31·80
86	1·7774	63	70·12	62	1·5066		50·55	38	1·2826	32	30·98
85	1·7673		69·31	61	1·4960	48	49·74	37	1·2740	31	30·17
84	1·7570	62	68·49	60	1·4860	47	48·92	36	1·2654	30	29·35
83	1·7465		67·68	59	1·4760		48·11	35	1·2572		28·54
82	1·7360	61	66·86	58	1·4660	46	47·29	34	1·2490	29	27·72
81	1·7245		66·05	57	1·4560	45	46·48	33	1·2409	28	26·91
80	1·7120	60	65·23	56	1·4460	44	45·66	32	1·2334	27	26·09
79	1·6993	59	64·42	55	1·4360		44·85	31	1·2260		25·28
78	1·6870		63·60	54	1·4265	43	44·03	30	1·2184	26	24·45
77	1·6750	58	62·78	53	1·4170	42	43·22				

Digitized by Google

Tabelle IV.

Gehalt wässeriger Lösungen der Phosphorsäure an H_3PO_4 und P_2O_5 bei 15·5 Grad C.

Specif. Gewicht	Gewichtsprocente		Specif. Gewicht	Gewichtsprocente	
	H_3PO_4	P_2O_5		H_3PO_4	P_2O_5
1·508	68·46	49·60	1·247	38·98	28·24
1·492	66·82	48·41	1·236	37·68	27·30
1·476	65·00	47·10	1·226	36·38	26·36
1·464	62·98	45·63	1·211	34·21	24·79
1·453	62·63	45·38	1·197	32·06	23·23
1·442	60·91	44·13	1·185	30·46	22·07
1·434	60·66	43·95	1·173	28·86	20·91
1·426	59·72	43·28	1·162	27·23	19·73
1·418	58·81	42·61	1·153	25·96	18·81
1·401	57·41	41·60	1·144	24·69	17·89
1·392	56·39	40·86	1·136	23·99	16·95
1·384	55 37	40·12	1·124	21·58	15·64
1·376	54·74	39·66	1·113	19·78	14·33
1·369	54·12	39·21	1·109	18·28	13·25
1·356	52·45	38·00	1·095	16·81	12·18
1·347	51·58	37·37	1·081	14·41	10·44
1·339	50·71	36·74	1·073	13·15	9·53
1·328	49·89	36·15	1·066	11·89	8·62
1·315	48·06	34·82	1·056	10·20	7·39
1·302	46·22	33·49	1·047	8·51	6·17
1·293	45·14	32·71	1·031	5·72	4·15
1·285	44·08	31·94	1·022	4·18	3·03
1·276	42·83	31·03	1·014	2·63	1·91
1·268	41·58	30·13	1·006	1·09	0·79
1·257	40·24	29·16			

Digitized by Google

zu den Apparaten mit Beutzke'scher Scala für beobachtete Dichtigkeit und mit Mit $^1/_{10}$ Volumen

Procente Brix von 0·5 bis 12·0		Grade am Polarimeter	Procente Brix und								
Zehntel Grade	Procente Zucker		0·5 1·0019	1·0 1·0039	1·5 1·0058	2·0 1·0078	2·5 1·0098	3·0 1·0117	3·5 1·0137	4·0 1·0157	4·5 1·0177
0·1°	0·03	1°	0·29	0·29	0·29	0·28	0·28	0·28	0·28	0·28	0·28
0·2	0·06	2		0·57	0·57	0·57	0·57	0·56	0·56	0·56	0·56
0·3	0·08	3		0·85	0·85	0·85	0·85	0·85	0·85	0·84	0·84
0·4	0·11	4			1·14	1·13	1·13	1·13	1·13	1·13	1·12
0·5	0·14	5			1·42	1·42	1·41	1·41	1·41	1·41	1·40
0·6	0·17	6				1·70	1·70	1·69	1·69	1·69	1·68
0·7	0·19	7				1·98	1·98	1·98	1·97	1·97	1·96
0·8	0·22	8					2·26	2·26	2·26	2·25	2·25
0·9	0·25	9						2·54	2·54	2·53	2·53
		10						2·82	2·82	2·81	2·81
		11							3·10	3·09	3·09
		12							3·38	3·38	3·37
		13								3·66	3·65
		14								3·94	3·93
Procente Brix von 12·5 bis 20·0		15									4·21
		16									4·49
Zehntel Grade	Procente Zucker	17									
		18									
		19									
		20									
0·1°	0·03	21									
0·2	0·05	22									
0·3	0·08	23									
0·4	0·11	24									
0·5	0·13	25									
0·6	0·16	26									
0·7	0·19	27									
0·8	0·21	28									
0·9	0·24	29									
		30									
		31									
		32									
		33									
		34									
		35									
		36									
		37									
		38									
		39									

Digitized by Google

Berücksichtigung des veränderlichen specif. Drehungsvermögens des Zuckers. Bleiessig-Zusatz.

entsprechendes specifisches Gewicht											Grade am Polarimeter
5·0	5·5	6·0	6·5	7·0	7·5	8·0	8·5	9·0	9·5	10·0	
1·0197	1·0217	1·0237	1·0258	1·0278	1·0298	1·0319	1·0339	1·0360	1·0381	1·0401	
0·28	0·28	0·28	0·28	0·28	0·28	0·28	0·28	0·28	0·28	0·28	1°
0·56	0·56	0·56	0·56	0·56	0·55	0·55	0·55	0·55	0·55	0·55	2
0·84	0·84	0·84	0·84	0·83	0·83	0·83	0·83	0·83	0·82	0·82	3
1·12	1·12	1·12	1·11	1·11	1·11	1·11	1·11	1·10	1·10	1·10	4
1·40	1·40	1·40	1·39	1·39	1·39	1·38	1·38	1·38	1·38	1·37	5
1·68	1·68	1·67	1·67	1·67	1·66	1·66	1·66	1·66	1·65	1·65	6
1·96	1·96	1·95	1·95	1·95	1·94	1·94	1·93	1·93	1·93	1·92	7
2·24	2·24	2·23	2·23	2·22	2·22	2·22	2·21	2·21	2·20	2·20	8
2·52	2·52	2·51	2·51	2·50	2·50	2·49	2·49	2·48	2·48	2·47	9
2·80	2·80	2·79	2·79	2·78	2·78	2·77	2·76	2·76	2·75	2·75	10
3·08	3·08	3·07	3·06	3·06	3·05	3·05	3·04	3·03	3·03	3·02	11
3·36	3·36	3·35	3·34	3·34	3·33	3·32	3·32	3·31	3·30	3·30	12
3·64	3·64	3·63	3·62	3·61	3·61	3·60	3·59	3·59	3·58	3·57	13
3·92	3·92	3·91	3·90	3·89	3·88	3·88	3·87	3·86	3·85	3 85	14
4 20	4·19	4·19	4·18	4·17	4·16	4·15	4·15	4·14	4·13	4·12	15
4·48	4·47	4·47	4·46	4·45	4·44	4·43	4·42	4·41	4·40	4·40	16
4·77	4·76	4 75	4·74	4·73	4·72	4·71	4·70	4·69	4·68	4·67	17
	5·03	5·02	5·01	5·00	4·99	4·99	4·97	4·97	4·96	4·95	18
	5·32	5·31	5·29	5·28	5·27	5·25	5·25	5·24	5·23	5·22	19
		5·58	5·57	5·56	5·55	5·54	5·53	5·52	5·51	5·50	20
		5·86	5·85	5·84	5·83	5·82	5·81	5·79	5·78	5·77	21
			6·13	6·12	6·11	6·09	6·08	6·07	6·06	6·05	22
			6·41	6·40	6·38	6·37	6·36	6·35	6·33	6·32	23
				6·67	6·66	6 65	6·64	6·62	6·61	6·60	24
					6·94	6·93	6·91	6·90	6·89	6·87	25
					7·22	7·20	7·19	7·17	7·16	7·15	26
						7·48	7·46	7·45	7·44	7·42	27
						7·76	7·74	7·73	7·71	7·70	28
							8·02	8·00	7·99	7·97	29
								8·28	8·26	8·25	30
								8·55	8·54	8·52	31
								8·83	8·81	8·80	32
									9·09	9·07	33
										9·35	34
										9·62	35
											36
											37
											38
											39

Digitized by Google

Procente Brix von 0·5 bis 12·0		Grade am Polarimeter	Procente Brix und								
Zehntel Grade	Procente Zucker		10·5 1·4022	11·0 1·0443	11·5 1·0464	12·0 1·0485	12·5 1·0506	13·0 1·0528	13·5 1·0549	14·0 1·0570	14·5 1·0592
0·1°	0·03	1°	0·28	0·27	0·27	0·27	0·27	0·27	0·27	0·27	0·27
0·2	0·06	2	0·55	0·55	0·55	0·55	0·54	0·54	0·54	0·54	0·54
0·2	0·08	3	0·82	0·82	0·82	0·82	0·82	0·81	0·81	0·81	0·81
0·4	0·11	4	1·10	1·10	1·09	1·09	1·09	1·09	1·08	1·08	1·08
0·5	0·14	5	1·37	1·37	1·36	1·36	1·36	1·36	1·35	1·35	1·35
0·6	0·17	6	1·64	1·64	1·64	1·64	1·64	1·63	1·62	1·62	1·62
0·7	0·19	7	1·92	1·91	1·91	1·91	1·90	1·90	1·89	1·89	1·89
0·8	0·22	8	2·19	2·19	2·18	2·18	2·18	2·17	2·17	2·16	2·16
0·9	0·25	9	2·47	2·46	2·46	2·45	2·45	2·44	2·44	2·43	2·43
		10	2·74	2·74	2·73	2·73	2·72	2·71	2·71	2·70	2·70
		11	3·02	3·01	3·00	3·00	2·99	2·99	2·98	2·97	2·97
		12	3·29	3·28	3·28	3·27	3·26	3·26	3·25	3·24	3·24
		13	3·56	3·56	3·55	3·54	3·54	3·53	3·52	3·51	3·51
		14	3·84	3·83	3·82	3·82	3·81	3·80	3·79	3·78	3·78
Procente Brix von 12·5 bis 20·0		15	4·11	4·11	4·10	4·08	4·08	4·07	4·06	4·06	4·05
		16	4·39	4·38	4·37	4·35	4·35	4·34	4·33	4·33	4·32
		17	4·66	4·65	4·64	4·62	4·62	4·62	4·61	4·60	4·59
Zehntel Grade	Procente Zucker	18	4·93	4·93	4·91	4·90	4·90	4·89	4·88	4·87	4·86
		19	5·21	5·20	5·19	5·17	5·17	5·16	5·15	5·14	5·13
		20	5·49	5·47	5·46	5·44	5·44	5·43	5·42	5·41	5·40
0·1°	0·3	21	5·76	5·75	5·74	5·71	5·71	5·70	8·69	5·68	5·67
0·2	0·5	22	6·03	6·02	6·01	5·99	5·99	5·97	5·96	5·95	5·94
0·3	0·8	23	6·31	6·30	6·28	6·26	6·26	6·24	6·23	6·22	6·21
0·4	0·11	24	6·58	6·57	6·56	6·50	6·53	6·52	6·50	6·49	6·48
0·5	0·13	25	6·86	6·84	6·83	6·80	6·80	6·79	6·78	6·76	6·75
0·6	0·16	26	7·13	7·12	7·10	7·07	7·07	7·06	7·05	7·03	7·02
0·7	0·19	27	7·41	7·39	7·38	7·35	7·35	7·33	7·32	7·30	7·29
0·8	0·21	28	7·68	7·66	7·65	7·62	7·62	7·60	7·59	7·57	7·56
0·9	0·24	29	7·96	7·94	7·92	7·89	7·89	7·87	7·86	7·84	7·83
		30	8·23	8·21	8·20	8·16	8·16	8·15	8·13	8·11	8·10
		31	8·50	8·49	8·47	8·44	8·44	8·42	8·40	8·39	8·37
		32	8·78	8·76	8·74	8·71	8·71	8·69	8·67	8·66	8·64
		33	9·05	9·03	9·02	8·98	8·98	8·96	8·94	8·93	8·91
		34	9·33	9·31	9·29	9·25	9·25	9·23	9·22	9·20	9·18
		35	9·60	9·58	9·57	9·53	9·53	9·51	9·49	9·47	9·45
		36	9·88	9·86	9·84	9·80	9·80	9·78	9·76	9·74	9·72
		37	10·15	10·13	10·11	10·07	10·07	10·05	10·03	10·01	9·99
		38		10·40	10·38	10·34	10·44	10·32	10·30	10·28	10·26
		39		10·68	10·66	10·64	10·61	10·59	10·57	10·55	10·53

Digitized by Google

entsprechendes specifisches Gewicht											Grade am Polarimeter
15·0 1·0613	15·5 1·0635	16·0 1·0657	16·5 1·0678	17·0 1·0700	17·5 1·0722	18·0 1·0744	18·5 1·0766	19·0 1·0788	19·5 1·0811	20·0 1·0833	
0·27	0·27	0·27	0·27	0·27	0·27	0·27	0·27	0·27	0·27	0·26	1°
0·54	0·54	0·54	0·54	0·53	0·53	0·53	0·53	0·53	0·53	0·53	2
0·81	0·81	0·80	0·80	0·80	0·80	0·80	0·80	0·79	0·79	0·79	3
1·08	1·08	1·07	1·07	1·07	1·07	1·06	1·06	1·06	1·06	1·06	4
1·35	1·34	1·34	1·34	1·34	1·33	1·33	1·33	1·32	1·32	1·32	5
1·62	1·61	1·61	1·61	1·60	1·60	1·60	1·59	1·59	1·59	1·58	6
1·88	1·88	1·88	1·87	1·87	1·86	1·86	1·86	1·85	1·85	1·85	7
2·15	2·15	2·15	2·14	2·14	2·13	2·13	2·12	2·12	2·12	2·11	8
2·42	2·42	2·41	2·41	2·40	2·40	2·39	2·39	2·38	2·38	2·37	9
2·69	2·69	2·68	2·68	2·67	2·67	2·66	2·65	2·65	2·64	2·64	10
2·96	2·95	2·95	2·94	2·94	2·93	2·82	2·92	2·91	2·91	2·90	11
3·23	3·22	3·22	3·21	3·20	3·20	3·19	3·18	3·18	3·17	3·17	12
3·50	3·49	3·49	3·48	3·47	3·46	3·46	3·45	3·44	3·44	3·43	13
3·77	3·76	3·75	3·75	3·74	3·73	3·72	3·72	3·71	3·79	3·69	14
4·04	4·03	4·02	4·02	4·01	4·00	3·99	3·98	3·97	3·97	3·96	15
4·31	4·30	4·29	4·28	4·27	4·26	4·26	4·25	4·24	4·23	4·22	16
4·58	4·57	4·56	4·55	4·54	4·53	4·52	4·51	4·50	4·49	4·48	17
4·85	4·84	4·83	4·82	4·81	4·80	4·79	4·78	4·77	4·76	4·75	18
5·12	5·11	5·10	5·09	5·08	5·06	5·05	5·04	5·03	5·02	5·01	19
5·39	5·38	5·36	5·35	5·34	5·33	5·32	5·31	5·30	5·29	5·28	20
5·66	5·65	5·63	5·62	5·61	5·60	5·59	5·58	5·56	5·55	5·54	21
5·93	5·91	5·90	5·89	5·88	5·87	5·85	5·84	5·83	5·82	5·80	22
6·20	6·18	6·17	6·16	6·14	6·13	6·12	6·11	6·09	6·08	6·07	23
6·46	6·45	6·44	6.43	6·41	6·40	6·39	6·37	6·36	6·35	6·33	24
6·73	6·72	6·71	6·69	6·68	6·67	6·65	6·64	6·63	6·61	6·60	25
7·00	6·99	6·77	6·96	6·95	6·93	6·92	6·90	6·89	6·88	6·86	26
7·27	7·26	7·24	7·23	7·21	7·20	7·18	7·17	7·15	7·14	7·13	27
7·54	7·53	7·51	7·50	7·48	7·47	7·45	7·44	7·42	7·40	7·39	28
7·81	7·80	7·78	7·77	7·75	7·73	7·72	7·70	7·68	7·67	7·65	29
8·08	8·06	8·05	8·03	8·02	8·00	7·98	7·97	7·95	7·93	7·92	30
8·35	8·33	8·32	8·30	8·28	8·27	8·25	8·23	8·21	8·20	7·18	41
8·62	8·60	8·58	8·57	8·55	8·53	8·51	8·50	8·48	8·46	8·45	32
8·89	8·87	8·85	8·84	8·82	8·80	8·78	8·76	8·75	8·73	8·71	33
9·16	9·14	9·12	9·10	9·09	9·07	9·05	9·03	9·01	8·99	8·97	34
9·43	9·41	9·39	9·37	9·35	9·34	9·31	9·30	9·28	9·26	9·24	35
9·70	9·68	9·66	9·64	9·62	9·60	9·58	9·56	9·54	9·52	9·50	36
9·97	9·95	9·93	9·91	9·89	9·87	9·85	9·83	9·81	9·79	9·77	37
10·24	10·22	10·20	10·18	10·15	10·13	10·11	10·09	10·07	10·05	10·03	38
10·51	10·49	10·46	10·44	10·42	10·40	10·38	16·36	10·34	10·32	10·29	39

Digitized by Google

Procente Brix von 11·5—22·5		Grade am Polarimeter	Procente Brix und				
Zehntel Grade	Procente Zucker		11·5 1·0464	12·0 1·0485	12·5 1·0506	13·0 1·0528	13·5 1·0549
		40	10·93	10·91	10·89	10·86	10·84
0·1	0·03	41		11·18	11·16	11·14	11·12
0·2	0·05	42		11·46	11·43	11·41	11·39
0·3	0·08	43			11·71	11·68	11·66
0·4	0·11	44			11·98	11·95	11·93
0·5	0·13	45			12·25	12·23	12·20
0·6	0·16	46				12·50	12·47
0·7	0·19	47					12·74
0·8	0·21	48					13·02
0·9	0·24	49					
		50					
		51					
		52					
		53					
		54					
Procente Brix von 23·0—25·0		55					
		56					
Zehntel Grade	Procente Zucker	57					
		58					
		59					
		60					
0·1	0·03	61					
0·2	0·05	62					
0·3	0·08	63					
0·4	0·10	64					
0·5	0·13	65					
0·6	0·16	66					
0·7	0·18	67					
0·8	0·21	68					
0·9	0·23	69					
		70					
		71					
		72					
		73					
		74					
		75					
		76					
		77					
		78					
		79					
		80					

Digitized by Google

entsprechendes spezifisches Gewicht								Grade am Polarimeter
14·0 1·0570	14·5 1·0592	15·0 1·0613	15·5 1·0635	16·0 1·0657	16·5 1·0678	17·0 1·0700	17·5 1·0722	
10·82	10·80	10·78	10·76	10·73	10·71	10·69	10·67	40°
11·09	11·07	11·05	11·03	11·00	10·98	10·96	10·94	41
11·36	11·34	11·32	11·29	11·27	11·25	11·23	11·20	42
11·64	11·61	11·59	11·56	11·54	11·52	11·46	11·47	42
11·91	11·88	11·86	11·83	11·81	11·79	11·76	11·74	44
12·18	12·15	12·13	12·10	12·08	12·05	12·03	12·01	45
12·45	12·42	12·40	12·37	12·35	12·32	12·30	12·27	46
12·72	12·69	12·67	12·64	12·61	12·59	12·56	12·54	47
12·99	12·97	12·94	12·91	12·88	12·86	12·83	12·81	48
13·26	13·23	13·21	13·18	13·15	13·13	13·10	13·07	49
	13·50	13·48	13·45	13·42	13·40	13·37	13·34	50
	13·78	13·75	13·72	13·69	13·66	13·64	13·61	51
		14·02	13·99	13·96	13·93	13·90	13·88	52
		14·29	14·26	14·23	14·20	14·17	14·14	53
			14·53	14·50	14·47	14·44	14·41	54
			14·80	14·77	14·74	14·71	14·68	55
				15·03	15·00	14·97	14·94	56
				15·30	15·27	15·24	15·21	57
				15·57	15·54	15·51	15·48	58
					15·81	15·78	15·75	59
						16·05	16 01	60
						16·31	16·28	61
							16·55	62
							16·82	63
								64
								65
								66
								67
								68
								69
								70
								71
								72
								73
								74
								75
								76
								77
								78
								79
								80

Digitized by Google

Procente Brix von 11·5 bis 22·5		Grade am Polarimeter	Procente Brix und				
Zehntel Grade	Procente Zucker		18·0 1·0744	18·5 1·0766	19·0 1·0788	19·5 1·0811	20·0 1·0833
		40°	10·64	10·62	10·60	10.58	10·56
0·1°	0·03	41	10·91	10·89	10·87	10·85	10·82
0·2	0·05	42	11·18	11·16	11·13	10·11	11·09
0·3	0·08	43	11·45	11·42	11·40	11·38	11·35
0·4	0·11	44	11·71	11·69	11·66	11·64	11·62
0·5	0·13	45	11·98	11·96	11·93	11·91	11·88
0·6	0·16	46	12·25	12·22	12·20	12·17	18·15
0·7	0·19	47	12·51	12·49	12·46	12·44	12·41
0·8	0·21	48	12·78	12·75	12·73	12·70	12·67
0 9	0·24	49	13·05	13·02	12·99	12·97	12·94
		50	13·31	13·29	13·26	13·23	13·20
		51	13·58	13·55	13·52	13·50	13·47
		52	13·85	13·82	13·79	13·76	13·73
		53	14·11	14·08	14·05	14·03	14·00
		54	14·38	14·35	14·32	14·29	14·26
Procente Brix von 23·0 bis 24·0		55	14·65	14·62	14·59	14·56	14·53
		56	14·91	14·88	14·85	14·82	14·79
		57	15·18	15·15	15·12	15·09	15·06
Zehntel Grade	Procente Zucker	58	15·45	15·42	15·38	15·35	15·32
		59	15·71	15·68	15·65	15·62	15·58
		60	15·98	15·95	15·92	15·88	15·85
0·1°	0·03	61	16·25	16·21	16·18	16·15	16·11
0·2	0·05	62	16·52	16·48	16·45	16·41	16·38
0·3	0·08	63	16·78	16·75	16·71	16·68	16·64
0·4	0·10	64	17·05	17·01	16·98	16·94	16·91
0·5	0·12	65	17·32	17·28	17·24	17·21	17·17
0·6	0·16	66		17·55	17·51	17·47	17·44
0·7	0·18	67		17·81	17·78	17·74	17·70
0·8	0·21	68			18·04	18·00	17·97
0·9	0·23	69			18·31	18·27	18·23
		70				18·53	18·50
		71					18·76
		72					19·03
		73					
		74					
		75					
		76					
		77					
		78					
		79					
		80					

Digitized by Google

entsprechendes specifisches Gewicht								Grade am Polarimeter
20·5 1·0855	21·0 1·0878	21·5 1·0900	22·0 1·0923	22·5 1·0946	23·0 1·0969	23·5 1·0992	24·0 1·1015	
10·54	10·52	10·49	10·47	10·45	10·43	10·41	10·38	40°
10·80	10·78	10·76	10·74	10·71	10·69	10·67	10·65	41
11·07	11·04	11·02	11·00	10·97	10·90	10·93	10·90	42
11·33	11·31	11·28	11·26	11·24	11·21	11·19	11·17	43
11·59	11·57	11·55	11·52	11·50	11·47	11·45	11·42	44
11·86	11·83	11·81	11·78	11·76	11·73	11·71	11·69	45
12·12	12·09	12·07	12·05	12·02	12·00	11·97	11·94	46
12·39	12·36	12·33	12·31	12·28	12·26	12·23	12·21	47
12·65	12·62	12·60	12·57	12·54	12·52	12·49	12·47	48
12·91	12·88	12·86	12·83	12·81	12·78	12·75	12·73	49
13·18	13·15	13·12	13·09	13.07	13·04	13·01	12·99	50
13·44	13·41	13·39	13·36	13·33	13·30	13·27	13·25	51
13·70	13·68	13·65	13·62	13·59	13·56	13·53	13·51	52
13·97	13·94	13·91	13·88	13·85	13·82	13·79	13·77	53
14·23	14·20	14·17	14·14	14·11	14·08	14·06	14·02	54
14·50	14·47	14·44	14·41	14·38	14·35	14·32	14·29	55
14·76	14·73	14·70	14·67	14·64	14·61	14·58	14·55	56
15·02	14·99	14·96	14·93	14·90	14·87	14·84	14·81	57
15·29	15·26	15·23	15·19	15·16	15·13	15·10	15·07	58
15·55	15·52	15·49	15·46	15·42	15·39	15·36	15·33	59
15·82	15·78	15·75	15·72	15·69	15·65	15·62	15·59	60
16·08	16·05	16·01	15·98	15·95	15 91	15·88	15·85	61
16·35	16·31	16·28	16·24	16·18	16·47	16·14	16·11	62
16·61	16·57	16·54	16·51	16·44	16·44	16·40	16·37	63
16·87	16·84	16·80	16·77	16·70	16·70	16·66	16·63	64
17·14	17·10	17·07	17·03	17·00	16·96	16·92	16·89	65
17·40	17·37	17·33	17·29	17·26	17·22	17·19	17·15	66
17·67	17·63	17·59	17·56	17·52	17·48	17·45	17·41	67
17·93	17·89	17·86	17·82	17·78	17·74	17·71	17·67	68
18·19	18·16	18·12	18·08	18·04	18·00	17·97	17·93	69
18·46	18·42	18·38	18·35	18·31	18·27	18·23	18·19	70
18·72	18·68	18·65	18·61	18·57	18 53	18·49	18·45	71
18·99	18·95	18·91	18·87	18·83	18·79	18·75	18·71	72
19·25	19·21	19·17	19·13	19·09	19·05	19·01	18·97	73
19·52	19·48	19·44	19·40	19·35	19·31	19·27	19·23	74
19·78	19·74	19.70	19·66	19·62	19·57	19·53	19·49	75
	20·00	19·96	19·92	19 88	19·84	19·80	19·75	76
	20·27	20·22	20·18	20·14	20·10	20·06	20·01	77
		20·49	20·45	20·40	20·36	20·32	20·07	78
		20·75	20·71	20·66	20·62	20·58	20·54	79
			20·97	20·93	20·88	20·54	20·80	80

Digitized by Google

Autorenregister.

Alberti 172.
Baumann J., Dr., 137, 217.
Besenfelder E. 213.
Biot 32, 49.
Clerget 116.
Cornu 40.
Curčin J. 188.
Davidsen J. 176.
Degener 202, 230.
Dubosque 64.
Engler 335.
Eschka 313.
Frolda H. 202.
Glaser E. 366.
Groß F. 340.
Hädicke J. 114.
Hammerschmidt 119, 161.
Hempel 172, 317.
Herles 239.
Herzfeld H. 5, 6, 115, 116, 157, 158.
Ihl 211, 230.
Jellet 40.
Jodlbauer 356.
Kjeldahl 355.
Kohlrausch O. 152.
Landolt 45.
Laurent 40, 64.
Meißl E. 126, 133, 158, 203, 224.
Mitscherlich 35, 64.
Müller M. 211.
Ohlmer F. 211.
Ostwald W. 92.
Pasteur 12.
Pellet 232.
Preuß E. 136.
Rapp G. 212, 230.
Scheibler 49, 53, 167, 227, 262, 264, 267.
Schmitz M. 55, 384.
Sickel 201.
Soleil 49, 64.
Soxhlet 126, 227.
Sprengel 91.
Stammer 60, 64, 177, 188, 231, 304.
Stěrba F. 300.
Stift A. 172, 230.
Striegler 136.
Strohmer F. 45, 62, 336.
Tollens B. 13, 16, 55, 114, 230.
Trommer 124.
Ventzke 49.
Wild 38, 64.

Digitized by Google

Sachregister.

Abfalllaugen, Untersuchung der, 241.
Abfüßspindel 201.
Abfüßwässer, Bestimmung der Trockensubstanz, 209
— Untersuchung der 247.
Aetzbaryтlösung, Bereitung der, 370.
Aetznatron, Untersuchung des, 287.
Alkoholmethode nach Sickel 201.
Ammoniakstickstoff, Bestimmung des, 353, 360.
Ammoniumnitrat 374.
Ammoniumoxalat 374.
Analysator 30.
Angaben, vergleichende, zwischen specifischem Gewicht, Graden Brix und Graden Beaumé (Tabelle) 97.
Aräometer, Gebrauch des, 85.
Asbestfilter nach Soxhlet 126.
Atomgewichte 379.

Barytwasser 374.
Beleuchtungsapparate 66, 70.
Birotation 16.
Bleiessig 374.
Bleipapier 375.
Bleioxyd, basisch-essigsaures, 154.
Brennmaterialien, Untersuchung der, 311.
— Bestimmung der Asche 312.
— — des Schwefels 314.
— — des theoretischen Heiz-effectes 313.
— — des Wasser 312.
Bromwasser 375.

Carbonatasche 165.
Chilisalpeter, Untersuchung des, 360.
Chlorbaryumlösung 375.
Circularpolarisation 33.
Citratlösung nach Märker 375.
Controlbeobachtungsröhre 77.

Deckgläschen 66.
— Prüfung der 69.
Dextrangährung 12.
Dextrose 14.
— optisches Verhalten der 16.
— Reactionen der 16.
Dicksäfte, Untersuchung der, 192.
Digestion, alkoholische, 230.
— wässerige 232.
Diphenylaminlösung 375.
Doppelspath 26.
Drehungsvermögen, specifisches, 32, 33.

Digitized by Google

Drehungsbeträge, Umrechnung der, 65.
Düngemittel, künstliche, Untersuchung der, 347.
Dünnsäfte, Untersuchung der, 192.

Einwage 147.
Elektrisches Licht 74.
Extractionsapparat nach Soxhlet 227.

Farbenapparate 50.
Farbenmaß nach Stammer 177.
Fällen 148.
Fehling'sche Lösung 375.
Feuerungsgase, Untersuchung der, 316.
— nach W. Hempel 317.
Filtriren 148.
Füllmasse, Untersuchung der, 185.

Gasbürette nach Hempel 318.
Gastriplexlampe 72.
Gewicht, specifisches, 82.
— Ermittlung mittelst des Pyknometers 89.

Halbschattenapparate 40.

Indicatoren 370.
Interferenzstreifen 38.
Inversion, Ausführung nach Herzfeld 115.
Invertzucker 18.
— Bestimmung des, in Rohzucker 157.
Invertzuckerbestimmung (Tabelle nach Meißl) 133.
Invertzucker, Eigenschaften des, 19.
Jodzink-Stärkelösung 376.

Kali, Bestimmung des, 357.
Kalidünger, Untersuchung der, 362.
Kalk, gebrannter, Untersuchung des, 296.
Kalk-Saccharate, Untersuchung der, 241.
Kalkstein, Untersuchung des, 291.
Klärung 154.
Knochenkohle, Bestimmung der Feuchtigkeit, 258.
— Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes 260.
— — des kohlensauren Kalkes 261.
— Tabelle nach Scheibler 268.
— Bestimmung des schwefelsauren Kalkes 271.
— — des Schwefelcalciums 272.
— Entgypsen 272.
— Untersuchung der 255.
— gebrauchte, Bestimmung des Zuckergehaltes in 252.
Kohlenhydrate 3.
— allgemeine Eigenschaften 4.
Kohlensäure, Bestimmung der, 261.
— nach Geißler 262.
— nach Scheibler 264.
— durch Wägung 269.
Kreispolarisation 33.

Lackmustinctur 370.
— Bereitung der 376.
Lävulose 17.
— optisches Verhalten der 17.
Lösung, Fehling'sche, 124.

Maceration, alkoholische, 231.
Magnesiamixtur 377.
Maßanalyse 369.
Maßmethode 193.
Melasse, Untersuchung der, 214.
— Bestimmung der Alkalinität 222.
— — des Invertzuckers 216.
— — des specifischen Gewichtes 219.
— — des Zuckers 214.
Meniscus 86, 93.
Meßröhre nach Stammer 304.

Digitized by Google

Methylorange 370, 377.
Muffel nach Adnet 169.
— nach Wießnegg 170.

Natriumlichtlampe 71.
Natronlauge, normale, Bereitung der, 371.
Neßler's Reagens 378.
Nichtzuckerstoffe, organische, 172.
Nonius 57.
Normalgewicht 55, 65, 152.
Normalquarzplatten 81.

Ofazone 4.

Phenolphtalein 370, 377.
Phenolschwefelsäure 377.
Phosphate, Aufschließung der, 348.
Phosphorsäure, Bestimmung der in Hornmehl, 364.
— — in Knochenmehl 366.
— — in Spodium 364.
— — in Superphosphaten 364.
— — in Thomasschlacke 365.
— — der 357.
— — der, nach der Citratmethode 359.
— — der, nach der Molybdänmethode 358.
— citratlösliche 365.
Phosphorsäurelösung, Gehalt der, 383.
Platinchloridlösung 378.
Polarisation 24.
Polarisationsröhre 65.
Polarisationsrohr nach Pellet 235.
— Modification nach A. Stift. 236.
Polarisator 30.
Polarisationsapparat mit doppelter Keilcompensation 58.
Polarisationsapparate, Justirung der, 75.
— Prüfung der 75.
Polarisationsapparate, Reinigung der, 75.
Polarisationsapparat nach Cornu 40.
— nach Jellet 40.
— nach Landolt-Lippich 45.
— nach Laurent 41, 64.
— nach Mitscherlich 35, 64.
— nach Soleil-Dubosque 64.
— nach Soleil-Ventzke-Scheibler 49.
— mit beschränkter Scala nach Stammer 60.
— mit beschränkter Scala nach Strohmer 62.
Polarisation, Wesen der, 24.
Polarisationsapparat nach Wild 38, 64.
Polaristrobometer 34, 35.
Princip, archimedisches, 93.
Prisma, Nicol'sches, 27.
Probenahme 147.
Procente Balling. Berichtigung der, nach der Temperatur auf 17·5° C. (Tabelle) 88.
Pyknometer nach Sprengel 91.
— nach Ostwald 92.
Pyrogallussäurelösung 378.

Quecksilberkaliumjodidlösung 378.

Raffinose 20.
— Bestimmung der in Rohzuckern 161.
Reagentien, Darstellung der, 374.
Reinheitsquotient, Bestimmung des, 187.
— scheinbarer und wirklicher 187.
Rendement 183.
Rohzucker, Bestimmung des Aschengehaltes im, 165.
— — der Farbe 177.
— — der Reaction 173.
— — des Wassergehaltes 161.
— Untersuchung des 151.

Digitized by Google

Rohrzucker 5.
Rotationscompensator 51.
Rübe, Alkoholextraction nach Scheibler 227, 230.
— Bestimmung des Markgehaltes 237.
— — der Trockensubstanz 238.
— Untersuchung der 226.
Rübenreibe nach Suckow 231.
Rübensaft, Untersuchung des, 200.

Saccharate 10.
Saccharometer 48, 64, 82.
Saccharose, Bestimmung der neben Invertzucker 116.
— — der neben Raffinose 118.
Saccharose 5.
— Krystallform 5.
— Bestimmung der neben Raffinose und Invertzucker 137.
— Löslichkeit in Wasser 6.
— optisches Verhalten 13.
— Reactionen der 13.
— Verhalten gegen Fehling'sche Lösung 9.
— — gegen Oxydationsmittel 9.
Säuremenge, Berechnung der zuzusetzenden, 197.
Saftpolarisation 234.
Salpetersäure, normale, Bereitung der 371.
Salpeterstickstoff, Bestimmung des, 356.
Salzsäure, Nachweis des Arsens in, 281.
— normale, Bereitung der, 371.
— Untersuchung der 278.
Samenrüben, Untersuchung der, 239.
Saturationsgas, Nachweis schwefeliger Säure in, 310.
— — von Schwefelwasserstoff in 310.
— Untersuchung des 304.
— — des, mittelst der Stammer'schen Meßröhre 304.
Saturationsgas, Untersuchung mittelst des Scheibler'schen Apparates 306.
Scheibler's Apparat zur Bestimmung der Kohlensäure in Saturationsgasen 306.
Schlamm, Untersuchung des, 248.
Schleimgährung 12.
Schlempekohle, Untersuchung der, 339.
— Zusammenstellung der Resultate 344.
Schmiermittel, Untersuchung der, 333.
— Bestimmung des Entflammungspunktes 334.
— — freier Säuren 334.
— — des spec. Gewichtes 333.
— — der Viscosität nach Engler 335.
— — nach Strohmer 336.
Schwefelige Säure, Nachweis der, in Rohzucker 175.
Schwefelsäure, Gehalt der, 382.
— titrirte 372.
Seifenlösung, Bereitung der, 372.
— Titerstellung 373.
Silberlösung, titrirte, 373.
Silbernitratlösung 378.
Soldaini's Reagenz 136.
Soda, Untersuchung der, 282.
Spindel nach Balling 84.
— nach Beaumé 85.
— nach Brix 84.
Spodium, siehe Knochenkohle, 261.
Stickstoff, Bestimmung des, 353.
— — nach Kjeldahl 355.
— organischer, Bestimmung des, 355.
Strontianit, Untersuchung des, 299.
Strontiumsaccharate, Untersuchung der, 241.
Sulfatasche 165.
Superphosphate, Bereitung der, 350.
Syrup, Untersuchung des, 192.

Digitized by Google

Thomasschlacke, Untersuchung der, 365.
Thonerdebrei 156.
— Bereitung des 378.
Tiegel, nach Rose 135.
Titer 369.
Trockenschrank 162.

Uebergangsfarbe 52.
Umrechnungsfactoren 380.

Vergleich der älteren Grade Beaumé mit Saccharometerprocenten (Tabelle) 112.
— der Saccharometerprocente mit älteren Graden Beaumé (Tabelle) 113.
Verdünnungsmethode 188, 221.

Wage, analytische, 149.
— hydrostatische 94.
Wasser, Untersuchung des, 324.
— Nachweis des Ammoniak 332.
— Bestimmung der Härte 326.
— Nachweis der Salpetersäure 331.
— — der salpetrigen Säure 331.
Wasser, Bestimmung der Schwefelsäure 331.
Wasserstoffapparat 129.
Wasserstoffentwickelungsapparat nach Kipp 128.
Wasserstrahlluftpumpe 130.
Werthzahl, Stammer'sche, 188.
Wiederbelebung, Berechnung der nöthigen Säuremenge 273.
— — der Sodamenge 274.

Zirkonlicht 73.
Zucker, qualitativer Nachweis des, 211.
Zuckerarten, die, 3.
— analytische Methoden zur Bestimmung der 22.
— Entstehung der 3.
Zuckerbestimmung, aräometrische, 81.
— nach der Inversionsmethode 114.
— gewichtsanalytisches Verfahren 124.
— nach der Inversionsmethode, maßanalitisches Verfahren, 140.
Zuckerlösungen, Siedepunkte, 8.
Zuckerscalen 64.

Digitized by Google

Die Fabrikation des Rübenzuckers.

Ein Hilfs- und Handbuch für die Praxis u. den Selbstunterricht

umfassend:

die Darstellung von Roh- und Consumzucker, Raffinade und Candis, die Verfahren zur Entzuckerung der Melasse, sowie die Verwerthung der Abfallsproducte der Zucker-Fabrikation.

Unter besonderer Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Zuckertechnik

verfaßt von

Dr. Ernst Steydn

technischer Chemiker.

Mit 90 Abb. 22 Bog. Oct. Geh. 2 fl. 75 kr. — 5 Mark.
Eleg. geb. 3 fl. 20 kr. — 5 M. 80 Pf.

Die Fabrikation des Rübenzuckers ist in verhältnißmäßig kurzer Zeit, von bescheidenen Anfängen ausgehend, zu einer unserer ersten und bedeutendsten Industrien erblüht. Während ursprünglich die Gewinnung des Zuckers aus der Rübe nur als Hausindustrie geplant war, bildet dieselbe nun eines der umfangreichsten Capitel der chemischen Technologie, und eine stattliche Zahl hervorragender Fachgelehrter ist unausgesetzt bemüht, auf diesem Gebiete Neues zu schaffen. Der Verfasser des vorliegenden Werkes hat es wohl verstanden, in seinem Buche eine übersichtliche und klare Darstellung des gegenwärtigen Standes der Zuckerfabrikation zu bieten, Theorie und Praxis haben in demselben die vollste Würdigung gefunden und schließen sich zu einem harmonisch abgerundeten Bilde der derzeitigen Fabrikationsweise zusammen. Jede Großindustrie, und so auch die Fabrikation des Rübenzuckers, muß heutzutage auf rasches und ökonomisches Arbeiten bedacht sein, und diesem Standpunkte hat der Verfasser in vollster Weise dadurch Rechnung getragen, daß derselbe bestrebt war, besonders die neuesten Verbesserungen und Erfahrungen, welche man auf diesem Gebiete gemacht, in den Vordergrund zu rücken und in leicht verständlicher Weise zu erläutern. Aber auch die Theorie, auf Grund welcher sich nur die Ausgestaltung der Verfahren in der Praxis entwickeln konnte, ist in entsprechender Weise berücksichtigt worden. Das vorliegende Werk: »Die Fabrikation des Rübenzuckers« wird daher nicht blos den Praktikern ein Rathgeber, sondern auch dem zukünftigen Zuckertechniker ein Leitfaden sein, aus welchem er in der Lage sein wird, sich vollständig für seinen kommenden Beruf vorzubereiten. Eine große Anzahl erläuternder Abbildungen trägt wesentlich zum leichten Verständnisse des Werkes bei. Dasselbe wird auch für die in der Zuckerfabrikation thätigen Finanzorgane, dank seiner übersichtlichen Darstellung und erschöpfenden Behandlung des Stoffes, einen erwünschten Führer bilden. Aber auch der Nicht-Fachmann wird in demselben eine Fülle des Neuen und Interressanten finden. Steydn's Werk ist daher als eine gediegene und umfassende Monographie der Zuckerfabrikation nur mit Freude zu begrüßen.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

Chemie für Gewerbetreibende.

Eine Darstellung der Grundlehren
der
chemischen Wissenschaft u. deren Anwendung in den Gewerben.

Von

Dr. Friedrich Kottner.

Mit 70 Abb. 34 Bog. Octav. Geh. 3 fl. 30 kr. = 6 Mark.
Eleg. geb. 3 fl. 75 kr. = 6 M. 80 Pf.

Die große Zahl von Werken über die chemische Wissenschaft, welche unsere Literatur besitzt, behandelt diesen Zweig der Naturwissenschaften in der Voraussetzung, daß dem Leser die Grundlehren der anderen Zweige, namentlich jene der Physik, vollkommen bekannt seien und ist in diesen Werken gewöhnlich der streng wissenschaftliche Weg eingeschlagen, nach welchem die einzelnen Elemente und Verbindungen blos ihren Eigenschaften nach eingehend beschrieben werden, ohne daß jedoch auf die Anwendung dieser Körper in Gewerben und Künsten Rücksicht genommen wird. Während gewisse Gewerbe, wie die Seifenfabrikation, die Darstellung der Lacke, die Färberei u. s. w., ganz auf chemischer Grundlage beruhen, benöthigen andere vielfach die chemischen Manipulationen zur Durchführung ihrer Arbeiten und erscheinen gewisse elementare Kenntnisse aus der chemischen Wissenschaft für jeden Gewerbetreibenden als unbedingt nothwendig. Der Verfasser hat sich bei der Zusammenstellung des vorliegenden Handbuches die Aufgabe gestellt, die Grundlehren der chemischen Wissenschaft in der Weise darzulegen, daß sie auch von einem Leser, welcher nur über geringere Vorkenntnisse aus der Physik verfügt, verstanden werden können, und hat der Beschreibung der einzelnen Verbindungen überall Hinweise auf die Anwendbarkeit derselben in den Künsten und Gewerben angeschlossen. Bei Körpern von großer gewerblicher Wichtigkeit wurde auch die Gewinnung und Verarbeitung derselben in ausführlicher Weise behandelt, wie dies z. B. beim Eisen und den anderen für die Gewerbe wichtigen Metallen der Fall war. Es geschah dies mit Rücksicht auf den für das vorliegende Buch von Anfang an festgesetzten Plan, dasselbe zu einem solchen zu gestalten, daß es dem gewerbetreibenden Leser möglichst viele Aufschlüsse darüber bieten könne, in welcher Weise er die Lehren der Chemie in seinem Geschäfte zu verwerthen im Stande ist. Das übersichtlich, leicht verständlich verfaßte Werk verdient volle Empfehlung und es wird sein fleißiges Studium unseren Gewerbetreibenden sicher directen und indirecten Nutzen bringen. Von dieser Ueberzeugung ausgehend, sei dem Werke die weiteste Verbreitung gewünscht.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

Die Zuckerrübe.

Sammlung der wichtigsten Lehrsätze
über den
Zuckerrübenbau und die Zuckerrüben-Samenzucht
in theoretischer und praktischer Hinsicht.

Von

Hermann Briem,
Director der Zuckerfabrik in Grusbach.

15 Bogen. Octav. Geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.
Eleg. geb. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

Die

Rübenbrennerei.

Dargestellt
nach den
praktischen Erfahrungen der Neuzeit.

Von

Hermann Briem,
Director in Grusbach (Mähren).

Mit 14 Abbildungen und einem Situationsplane.

13 Bog. Oct. Geh. 1 fl. 65 kr. = 3 M. Eleg. geb. 2 fl. 10 kr. = 3 M. 80 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

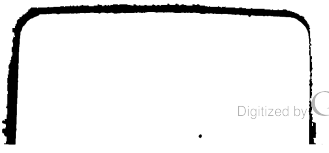
Digitized by Google

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

Digitized by Google

AUG - 9 1926



Digitized by Google

Digitized by Google